

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS CON ORIENTACIÓN
EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

Biosistemática de hongos Xylariales (Ascomycota) con énfasis en el género *Hypoxylon*,
en Panamá

MARJORIE CEDEÑO

TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL
GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS CON ORIENTACIÓN EN
BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2018

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado:

A Dios, por haberme permitido culminar con éxito mis estudios.

A mis Padres Rita Sánchez y Héctor Cedeño, mi hermano Héctor Cedeño Sánchez y a mi abuela Ángela Sánchez que durante la realización de mis estudios siempre me apoyaron e incentivaron a seguir.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme sabiduría y salud para terminar esta etapa de mis estudios.

A la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) por el financiamiento otorgado a lo largo de la maestría.

A mis padres Rita Sánchez y Héctor Cedeño que siempre me brindaron su apoyo, comprensión y ánimos para seguir y así culminar mis metas.

A mi asesor el Dr. Luis Mejía por su apoyo, consejos, orientación y recomendación en la realización de esta investigación.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	3
I. INTRODUCCIÓN	5
II. OBJETIVOS.....	9
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
3.1. Características de Ascomycota.....	10
3.2. Definición y características generales de los Xylariales	11
3.2.1. Importancia de los Xylariales	11
3.2.2. Taxonomía de los Xylariales.....	13
3.3. Aspectos generales de los hongos de la familia Xylariaceae	16
3.3.1. Géneros de la Familia Xylariaceae	17
3.4. Aspectos generales de los hongos de la Familia Hypoxylaceae	17
3.4.1. Géneros de la Familia Hypoxylaceae	18
3.5. Hypoxylaceae en Panamá.....	18
3.6. Conservación de los hongos	19
3.6.1. Conservación de hongos en Panamá.....	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1. Área de estudio.....	24
4.1.1. Parque Nacional Soberanía	24
4.1.2. Parque Camino de Cruces	24
4.1.3. La Concepción	25
4.1.4. Sortová	25
4.1.5. Parque Natural Metropolitano.....	25
4.1.6. Parque Nacional Altos Campana:	26
4.1.7. Parque Internacional la Amistad	26
4.1.8. Parque Nacional Volcán Barú.....	27
4.2. Recolecta de muestras	27
4.3. Aislamiento de los hongos en medio de cultivo.....	28

4.3.1.	Cultivos monospóricos.....	28
4.3.2.	Cultivo de tejidos	29
4.4.	Descripción morfológica	29
4.5.	Trabajo molecular, secuenciación de ADN.....	30
4.6.	Análisis Filogenéticos	31
4.6.1.	Filogenia de Xylariales	32
4.6.2.	Filogenia de <i>Hypoxylon</i> y <i>Annulohypoxylon</i>	32
V.	RESULTADOS	38
5.1.	Colecciones	38
5.2.	Taxonomía y morfología de las especies tratadas en esta investigación.....	39
	<i>Amphirosellinia evansii</i> (Læssøe & Spooner) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	39
	<i>Annulohypoxylon moriforme</i> var. <i>microdiscus</i> Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	40
	<i>Jackrogersella</i> sp. L. Wendt, Kuhnert & M. Stadler	42
	<i>Annulohypoxylon stygium</i> (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh.....	45
	<i>Daldinia eschscholtzii</i> (Ehrenb.) Rehm	46
	<i>Daldinia placentiformis</i> (Berk. & M.A. Curtis) Theiss.	47
	<i>Hypoxylon bellicolor</i> sp. nov. nom. prov.....	49
	<i>Hypoxylon baruensis</i> sp. nov. nom. prov.....	50
	<i>Hypoxylon</i> sp. Bull.....	52
	<i>Hypoxylon sporistriatatunica</i> sp. nov. nom. prov.....	54
	<i>Hypoxylon cinnabarinum</i> Bull.	56
	<i>Hypoxylon haematostroma</i> Mont.....	57
	<i>Hypoxylon howeanum</i> Peck	58
	<i>Hypoxylon monticulosum</i> Mont.	60
	<i>Stilbohypoxyton quisquiliarum</i> (Mont.) J. D. Rogers & Y.-M. Ju.....	62
	<i>Phylacia sagrana</i> Mont.....	63
	<i>Stilbohypoxyton macrosporum</i> Hladki y A.I. Romero.....	64
	<i>Hypoxylon fendleri</i> Berk. ex. Cooke.....	65
5.3.	Nuevos reportes para Panamá	66
5.4.	Nuevas especies para la ciencia	67
5.5.	Análisis filogenéticos	67
5.5.1.	Filogenia de Xylariales	67
5.5.1.	Filogenia de Hypoxylaceae con énfasis en <i>Hypoxylon</i> y <i>Annulohypoxylon</i>	69

5.6. Compuestos químicos secundarios de interés	73
VI. DISCUSIÓN	76
VII. CONCLUSIONES	81
ANEXOS	94

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de especies de hongos amenazados a nivel mundial, incluidos en las distintas categorías de riesgo de la IUCN versión 3.1.	20
Cuadro 2. Lista de los especímenes usados en los análisis filogenéticos presentados en este trabajo.	33
Cuadro 3. Número de especímenes colectados e identificados en cada sitio de colecta.	39
Cuadro 4. Efecto de compuestos secundarios, reportados en la literatura, por algunas especies que conforman el clado donde se encuentra <i>H. baruensis</i> sp. nov. nom. prov.	73
Cuadro 5. Efecto de los compuestos secundarios, reportados en la literatura, producidos por las especies que conforman el clado donde se encuentra <i>H. sporistriatatunica</i> sp. nov. nom. prov.	74
Cuadro 6. Lista de compuestos de interés comercial de especies de <i>Hypoxylon</i> y <i>Annulohypoxylon</i>	94
Cuadro 7. Especies endémicas de Panamá	99
Cuadro 8. Lista de especies amenazadas a nivel mundial en las distintas categorías de riesgo de la IUCN versión 3.1.....	104
Tabla 9. Lista de especies reportadas para Panamá.	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lista de las especies de flora y fauna presentado en el Informe de Panamá en el 2014, nacional ante el convenio sobre la diversidad.....	22
Figura 2. Fotografías de <i>Amphirosellinia evansii</i>	40
Figura 3. Fotografías de <i>Annulohypoxylon moriforme</i> var. <i>microdiscus</i>	42
Figura 4. Fotografías de <i>Jackrogersella</i> sp.....	44
Figura 5. Fotografías de <i>Annulohypoxylon stigyum</i>	46
Figura 6. Fotografías de <i>Daldinia eschscholtzii</i>	47
Figura 7. Fotografías de <i>Daldinia placentiformis</i>	48
Figura 8. Fotografías de <i>Hypoxylon bellicolor</i> sp. nov. nom. prov.	50
Figura 9. Fotografías de <i>Hypoxylon baruensis</i> sp. nov. nom. prov.	52
Figura 10. Fotografías de <i>Hypoxylon</i> sp.	53
Figura 11. Fotografías de <i>Hypoxylon sporistriatatunica</i> sp. nov. nom. prov.	55
Figura 12. Fotografías de <i>Hypoxylon cinnabarinum</i>	57
Figura 13. Fotografías de <i>Hypoxylon haematostroma</i>	58
Figura 14. Fotografías de <i>Hypoxylon howeanum</i>	60
Figura 15. Fotografías de <i>Hypoxylon monticulosum</i>	61
Figura 16. Fotografías de <i>Stilbohypoxyton quisquiliarum</i>	63
Figura 17. Fotografías de <i>Phylacia sagrana</i>	64
Figura 18. Fotografías de <i>Stilbohypoxyton macrosporum</i>	65
Figura 19. Fotografías de <i>Hypoxylon fendleri</i>	66
Figura 20. Filogenia de Xylariales basada análisis de Máxima Verosimilitud (RaxML) para los loci ITS, LSU y β -tubulina utilizando a <i>Pyriformiascoma trilobatum</i> como grupo externo.....	68
Figura 21. Filogenia de <i>Hypoxylon</i> basada en análisis de Máxima Verosimilitud (RaxML) del gen β -tubulina, utilizando a <i>Xylaria hypoxylon</i> como grupo externo.	70
Figura 22. Filogenia de <i>Annulohypoxylon</i> y <i>Jackrogersella</i> basada en análisis de Máxima Verosimilitud (RaxML) del gen β -tubulina, utilizando a <i>Xylaria hypoxylon</i> como grupo externo.....	72

ABREVIATURAS

ADN: Ácido desoxirribonucleico

ARN: Ácido ribonucleico

ISFC: Sociedad Internacional para la Conservación de Hongos

ITS: Espaciadores internos transcritos

IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

KOH: Hidróxido de Potasio

LSU: Subunidad larga ribosomal

Nas: N-tert-butyl nodilisoramide

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PDA: Agar papa dextrosa

PILA: Parque Internacional La Amistad

PNAC: Parque Nacional Altos de Campana

PNCC: Parque Nacional Camino de Cruces

PNS: Parque Nacional Soberanía

PNVB: Parque Nacional Volcán Barú

RPB2: ARN polimerasa II

SSU: Subunidad corta del ribosoma

TEF1: Factor de elongación de la traducción 1

RESUMEN

El orden Xylariales es uno de los dos órdenes de hongos descomponedores más eficientes e importantes dentro del bosque tropical. Muchas especies de Xylariales pueden vivir como hongos endófitos, saprótrofos, y algunos son considerados patógenos débiles. Este grupo está ampliamente distribuido en el mundo, alcanzando mayor diversidad en los trópicos. En los últimos años han sido muy estudiados por sus compuestos químicos, los cuales tienen importancia farmacéutica y agrícola, basada en sus efectos antimicrobiales, citotóxicos, antifúngicos, nematicidas y actividades antiinflamatorias. Para Panamá solamente se han reportado 2,772 especies de hongos, de las cuales 111 son especies de Xylariales. Sin embargo, basado en la fórmula ampliamente aceptada de al menos 9 especies de hongo por cada especie de planta y en colectas de especímenes realizados por diversos investigadores, se estima que hay muchas más especies de Xylariales por descubrir y describir taxonómicamente, químicamente y funcionalmente para Panamá. El objetivo principal de este trabajo fue el de realizar un estudio biosistemático de especímenes de Xylariales de Panamá enfocado en el género *Hypoxylon*. Para esto se realizaron giras de colecta de especímenes a ocho localidades en Panamá, a los cuales se les hizo estudios de morfología comparativa de estructuras sexuales, y análisis filogenético basado en secuencias de ADN de varios loci (regiones ITS, β -tubulina y LSU). Se colectaron 87 especímenes en total, de los cuales 77 fueron Xylariales y se identificaron 29 a rango de especie y uno hasta género. Esto debido a que algunos especímenes carecían de estructuras mínimas para su identificación,

además de la escasa información (morfológica o genética) disponible para estos grupos que hubiese permitido realizar comparaciones y precisar en características para su identificación. Fundamentado en el estudio morfológico y reconstrucción filogenética del género *Hypoxylon*, en este trabajo se describen y reportan tres nuevas especies de este género para la ciencia: *Hypoxylon sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov., *Hypoxylon bellicolor* sp. nov. nom. prov., *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom. prov. También se hacen seis nuevos reportes de Xylariales para Panamá: *Hypoxylon* dos, *Stilbohypoxyton* dos, *Annulohypoxyton* uno y *Amphirosellinia* uno. Con este trabajo se aumenta el número de especies de hongos descritas para Panamá, a 36 especies de Hypoxylaceae y 48 de Xylariaceae. Además se observó que las especies *H. baruensis* sp. nov. nom. prov., *H. sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov. y *H. howeanum* se encontraron restringidas en tierras altas juntos con las especies de los géneros *Amphirosellinia* y *Jackrogersella*. Nuestros resultados sugieren que estas especies son endémicas y resaltan la necesidad de conservación, así como la ejecución de estudios de biodiversidad en estos sitios.

ABSTRACT

The Xylariales is one of the two orders of most efficient and important decomposer fungi in the tropical forest. Many species of Xylariales can live as endophytic, saprotrophic and some are considered weak pathogens. This group has a broad distribution, reaching the greatest diversity in the tropics. In recent years they have been well studied for their chemical compounds, based on their antimicrobial, cytotoxic, antifungal, nematocidal and anti-inflammatory effects. For Panama only 2,772 species of fungi have been reported, of which 111 are species of Xylariales. However, an accepted variety of at least 9 species of fungus was obtained for each plant species and in collections of specimens obtained by various researchers. Suggesting that there are many more species of Xylariales to be discovered and described taxonomically in Panama. The main objective of this study was to carry out a biosystematic revision of specimens of Xylariales from Panama focused on the genus *Hypoxylon*. For this purpose, we collected specimens in eight sites in Panama, and used comparative morphology of sexual structures, and phylogenetic analysis based on DNA sequences of the ITS, β -tubulin and LSU loci to categorize species. A total of 87 specimens were collected, of which 77 were Xylariales, belonging to the families Graphostromataceae one, Diatrypaceae one, Hypoxylaceae 50, Xylariaceae 17 specimens; some specimens could not be identified because they did not have enough fertile structure for their identification and cultivation. Based on the morphological study and phylogenetic reconstruction of the genus *Hypoxylon*, in this study three new species of this genus are described and reported: *Hypoxylon sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov., *Hypoxylon bellicolor* sp. nov. nom. prov., *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom.

prov. Also, six new reports of Xylariales in Panama: *Hypoxylon* two, *Stilbohypoxylon* two, *Annulohypoxylon* one and *Amphirosellinia* one. With the results of this study the number of fungal species described for Panama increments to 36 species of Hypoxylaceae and 48 of Xylariaceae. It was also observed that the species *H. baruensis* sp. nov. nom. prov., *H. sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov, and *H. howeanum* are restringed to the high land along to species of the genera *Amphirosellinia* and *Jackrogersella*. Our results suggest that these fungi are endemic and have a need for conservation, as well as the execution of biodiversity studies in these sites.

I. INTRODUCCIÓN

Las especies de hongos de los órdenes Xylariales y Polyporales son los descomponedores más eficientes e importantes dentro de los bosques. Sin su actividad, la madera muerta se acumularía y los bosques se asfixiarían. Además de contener un alto número de especies saprótrofas en madera, en los Xylariales se puede encontrar especies patógenas como *Xylaria mali* (Rogers, 1979; Ju & Rogers, 1996) y también endófitas como *Hypoxylon submonticulosun* (Burguess *et al.*, 2017). Se ha encontrado que este grupo contiene metabolitos secundarios propios de la especie, algunos con actividad antimicrobiana (como azafilonas y citochalasininas) por lo que pueden ser de interés farmacéutico (Quang *et al.*, 2005b; Osmanova *et al.*, 2010; Kuhnert *et al.*, 2014b; Bill *et al.*, 2012).

La primera estimación del número total de especies de hongos la hizo Hawksworth en 1990 estimando que existía alrededor de 1,5 millones de especies (Hawksworth, 2001). Esta cifra fue obtenida por el factor 6:1, que surgió del análisis en el que se utilizó el número de los hongos que ocurren en todos los sustratos, en una zona determinada y no sólo los hongos presentes en las plantas. Esta cifra fue reconsiderada en Hawksworth (2012), estimándose la diversidad de hongos entre 1.5 a 3 millones de especies, luego Hawksworth & Lücking (2017) calculó que la diversidad de hongo está entre 2.2 a 3.8 millones de especies, esto basado en estudios realizados principalmente en el trópico, siendo esta la cifra aceptada actualmente.

Se estima que se han descrito alrededor de 120,000 especies de hongos a nivel mundial (Hawksworth & Lücking, 2017). De esta cifra, 2,772 especies se han reportado

para Panamá. Siendo la antigua zona del Canal, la provincia de Chiriquí y Veraguas las áreas más estudiadas (Piepenbring, 2013). Basado en la lista de hongos para Panamá (Piepenbring, 2006), las especies más citadas en Panamá, en general, son los mixomicetos (pertenecientes al reino Protista, sin embargo son estudiados por micólogos) *Arcyria cinérea*, *A. denudata*, *Hemitrichia sérpula* y *Trichia favoginea* y el ascomicete *Cookenia speciosa* (Piepenbring, 2013).

Sin embargo, el grupo de hongos macroscópicos que mejor está representado en el país son los basidiomicetos con 300 especies, seguido de los ascomicetos con 100 especies (Guzmán & Piepenbring, 2011). Las especies del orden Xylariales (Ascomicete) están ampliamente distribuidas en el mundo, alcanzando mayor diversidad en los trópicos (Piepenbring, 2014). Es un grupo probablemente polifilético (Kirk *et al.*, 2001) e incluye cerca de 2,500 especies, en 201 géneros (Piepenbring, 2015).

Las primeras delimitaciones de los Xylariales se realizaron en base a las características morfológicas de los especímenes, luego se incluyeron datos moleculares y químicos en las delimitaciones de las familias del orden. El número de familias es variado, de acuerdo a los autores se pueden reconocer desde seis hasta veinticinco familias dentro del grupo (Sánchez-Ballesteros *et al.*, 2000; Eriksson *et al.*, 2003; Smith *et al.*, 2003; Hsieh *et al.*, 2005; Peláez *et al.*, 2008; Senanayake *et al.*, 2015, Jaklitsch *et al.*, 2016; Maharachchikumbura *et al.*, 2016). En este estudio se tomó como base el trabajo de Hongsanan *et al.*, (2017) donde son aceptadas siete familias para el orden Xylariales: Diatrypaceae, Graphostromataceae, Hypoxylaceae, Lopadostomataceae, Microdochiaceae, Requienellaceae y Xylariaceae.

Las especies de Diatrypaceae se diferencian por la presencia de ascosporas con forma alantoide y por presentar el estado anamorfo tipo libertella; Graphostromataceae con ascosporas subalantoides y por presentar el estado anamorfo tipo nodulisporium; Hypoxylaceae tiene ascosporas elipsoides a subglobosas y presenta el estado anamorfo tipo nodulisporium; Xylariaceae con ascosporas principalmente elipsoides, subglobosas o reniformes y estado anamorfo tipo geniculosporium; Lopadostomataceae ascosporas oblonga o casi elipsoides y estado anamorfo tipo libertella; Microdochiaceae con ascosporas elipsoides o oblongas, fusoides y estado anamorfo tipo monographella (Hernández-Restrepo *et al.*, 2016); Requienellaceae con ascosporas elipsoides a oblonga, distoseptadas, marrones.

Para Panamá solo se han reportado 111 especies de Xylariales, según la lista actualizada de hongos de Panamá (Piepenbring 2013, <http://biogeodb.stri.si.edu/fungi>), las cuales pertenecen a las familias Diatrypaceae, Xylareaceae, Hypoxylaceae, Lopadostomateceae y Graphostromataceae.

El trabajo de Wendt *et al.*, (2017) redefine a Xylariaceae, segregando 15 géneros de este grupo a la nueva familia Hypoxylaceae. Los géneros registrados en Panamá de Hypoxylaceae son *Annulohypoxylon*, *Entonaema*, *Phylacia*, *Daldinia* y *Hypoxylon*. De estos, el género *Hypoxylon* destaca por formar estromas de consistencias carbonosas, que a menudo son hemisféricos o a veces aplanado, en la superficie de madera y corteza de troncos en descomposición (Webster & Weber, 2007).

A nivel mundial se han descrito 129 especies de *Hypoxylon* (Ju & Rogers, 1996; Kuhnert *et al.*, 2017a; Sir *et al.*, 2016; Kuhnert *et al.*, 2014a) de las cuales ya han sido reportadas 16 especies en Panamá (Piepenbring, 2013). Se han detectado en especies de

Hypoxylon metabolitos secundarios que tienen efectos sobre el metabolismo humano y potencial uso farmacéutico además de compuestos con propiedades insecticidas (Bills *et al.*, 2012). Estas características hacen al género *Hypoxylon* de especial interés como objeto de estudio taxonómico básico y como fuente potencial de compuestos con aplicaciones prácticas en medicina humana y agricultura.

Panamá es un país con una alta biodiversidad, pero falta mucho por conocer sobre la diversidad, rol ecológico y aplicaciones biotecnológicas de muchos grupos de hongos. Este proyecto tuvo como objetivo ampliar el conocimiento sobre las especies de *Hypoxylon* (Hypoxylaceae) que ocurren en tierras altas y tierras bajas de Panamá mediante morfología e inferencia filogenética.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Identificar especies de *Hypoxylon* (Hypoxylaceae) que ocurren en tierras altas y tierras bajas de Panamá mediante morfología e inferencia filogenética

2.2. Objetivos específicos

- Identificar especies del género *Hypoxylon* colectados en bosques de tierras bajas y altas de Panamá
- Hacer una reconstrucción filogenética de *Hypoxylon* para ubicar nuevas especies de este género que ocurren en Panamá
- Identificar clados de *Hypoxylon* con potencial uso biotecnológico

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Características de Ascomycota

Los hongos Xylariales pertenecen a la división Ascomycota, la más grande en términos del número de especies en el reino Fungi, con aproximadamente 64,000 especies conocidas hasta el momento (Piepenbring, 2015). Esta división presenta una diversidad morfológica amplia y contiene especies con formas unicelulares, hasta aquellas con cuerpos fructíferos muy complejos.

La presencia de estructuras reproductoras microscópicas sexuales especializadas llamadas ascas (del griego ascos = saco, tubo) son la característica principal del grupo. En los ascas se forman las ascosporas, un tipo de espora sexual, a menudo en cantidades de ocho o múltiplos de ocho (Mata *et al.*, 2003).

Las especies de Ascomycota, en general, tienen dos fases reproductivas: sexual (= teleomorfo), en la cual se observa la presencia de las ascas y ascosporas, y la asexual (=anamorfo), en la cual se observa la presencia de conidióforos y conidias (Webster & Weber, 2007).

Numerosas especies de Ascomycota son parásitos o endófitos en plantas (Rodríguez *et al.*, 2009; Araúz & Piepenbring, 2012; U'Ren *et al.*, 2016), parásitos de insectos (Castillo *et al.*, 2013), parásitos de animales y del ser humano (Piepenbring *et al.*, 2007) o viven en simbiosis mutualista con algas verdes o cianobacterias (Piepenbring, 2015).

La clase Sordariomycetes es una de las 18 clases que forman la división Ascomycota y consta de veintiún órdenes, incluyendo al orden Xylariales (Roskov *et al.*, 2017), el cual es el objeto de este estudio.

3.2. Definición y características generales de los Xylariales

Los Xylariales contienen alrededor de 2,500 especies en 201 géneros (Piepenbring, 2015). Las especies de este orden se caracterizan por poseer estromas bien desarrollados, de color oscuro, carbonoso, globoso o en forma de pera; presencia de peritecios, los cuales pueden ser superficiales o inmersos en un estroma; ascos cilíndricos con estructura amiloide apical, típicamente con ascosporas marrones y con líneas o poros germinales (Webster & Weber, 2007). Las especies de Xylariales son frecuentes en todo el mundo, pero son más diversas en el trópico que en zonas de clima templado (Rogers, 1979).

Las especies de este grupo son mayormente habitantes de madera, y muchas especies de Xylariales pueden vivir como hongos endofíticos (U'Ren *et al.*, 2016), saprótrofos (Mata, 1999), o patógenas (Webster & Weber, 2007; U'Ren *et al.*, 2016).

3.2.1. Importancia de los Xylariales

3.2.1.1. Importancia Ecológica

Algunas especies de Xylariales son consideradas patógenas de plantas, como *Entoleuca mammata* causante de la enfermedad del cancro en *Populus tremuloides* (Ostry & Anderson, 2009) y *Xylaria mali* que causa la pudrición de raíces en especies de *Malus*. Algunos otros hongos Xylariales son considerados patógenos débiles (Rogers, 1979; Miller, 1961), ya que viven en el hospedero sin causar algún tipo de sintomatología, hasta

que la planta sufre algún tipo de estrés o daño, y de esta forma el hongo se extiende y produce daños a la planta (Chapela, 1989).

Las especies saprótrofas de Xylariales ocurren en la madera, el suelo, el estiércol y hojarasca (Rogers, 1979; U'Ren *et al.*, 2016), descomponiendo la materia orgánica a moléculas más simples, permitiendo así la reincorporación al ciclo de nutrientes (Mata, 1999). Al ser uno de los órdenes más abundantes y comunes en el trópico, los Xylariales juegan un importante rol en el reciclaje de los nutrientes en los bosques.

Además, algunas especies de Xylariales presentan metabolitos secundarios de importancia agrícola (Quang *et al.*, 2006a; Bills *et al.*, 2012), ya que algunas especies ayudan a las plantas a reducir el herbivorismo y la infección por fitopatógenos (Hokama *et al.*, 2017). Por ejemplo, especies de género *Nigrospora* (Xylariaceae) han mostrado causar inhibición en el crecimiento del micelio y formación de picnidias de *Phyllosticta citricarpa*, una especie de hongo causante de la mancha negra de cítricos (Hokama *et al.*, 2017).

3.2.1.2. Importancia Química

Los Xylariales han sido ampliamente estudiados en las últimas décadas por sus metabolitos secundarios. Algunos de los metabolitos documentados para Xylariales son: (-) mitorubrin (Hellwing *et al.*, 2005; Stadler *et al.*, 2006), ácido orselínico (Sir *et al.*, 2016), vermelhotin (Kuhnert *et al.*, 2014b), acetato, grupo butilo (n-tert-butil) (Bill *et al.*, 2012), sassafrins (Quang *et al.*, 2005b), otras azafilonas (Osmanova *et al.*, 2010; Kuhnert *et al.*, 2017a; Kuhnert *et al.*, 2017b), entre otros. Los cuales tienen importancia farmacéutica y agrícola, ya que presentan actividad antimicrobiana, citotóxica,

antifúngica, nematocida y antiinflamatoria (Osmanova *et al.*, 2010; Bill *et al.*, 2012; Kuhnert *et al.*, 2014b) (Cuadro 6).

Algunos compuestos propios de las especies de Xylariales son: Hypoxyvermolhotins A-C de *Hypoxylon lechatii* que presenta citotoxicidad contra la línea celular L-929 de fibroblasto y propiedades antimicrobianas (Kuhnert *et al.*, 2014b), el compuesto N-tert-butyl nodilisoramide (NAs) y sus derivados, de *Hypoxylon pulicicidum*, los cuales presentaron propiedades insecticidas, como controladores de pulgas y garrapatas (Bill *et al.*, 2012).

3.2.2. Taxonomía de los Xylariales

Inicialmente las delimitaciones de los distintos grupos de hongos fueron hechas basadas en su morfología, sin embargo, las técnicas moleculares actuales han permitido delimitaciones más precisas de los grupos, lo que ha conllevado a muchos cambios taxonómicos (Smith *et al.*, 2003; Eriksson *et al.*, 2003; Senanayake *et al.*, 2015; Jaklitsch *et al.*, 2016; Maharachchikumbura *et al.*, 2016; Hongsanant *et al.*, 2017).

Nannfeldt (1932), fue el primero en delimitar el orden e incluyó seis familias dentro de los Xylariales. Designó la familia Xylariaceae como la tipo e incluyó las familias Diatrypaceae, Hypocreaceae, Hyponectriaceae, Lasiosphaeriaceae, y Polystigmataceae (Phyllachoraceae). A diferencia, Barr en 1990 utilizó una definición más amplia de los Xylariales y aceptó 11 familias: Acrosporiaceae, Amphisphaeriaceae, Boliniaceae, Clypeosphaeriaceae, Diatrypaceae, Hyponectriaceae, Melogrammataceae, Phyllachoraceae, Thyridiaceae, Trichosphaeriaceae y Xylariaceae (Ainsworth *et al.*, 1995).

Estudios posteriores han utilizado datos moleculares para mejorar el entendimiento de las relaciones filogenéticas entre las especies de los Xylariales. Para estos estudios se han

usado distintos loci. Por ejemplo, en el estudio de Eriksson *et al.*, (2003), se redefine los Xylariales utilizando el locus 18S rDNA y se reconocieron seis familias: Amphisphaeriaceae, Clypeosphaeriaceae, Diatrypaceae, Graphostromataceae, Hyponectriaceae y Xylariaceae. Estos resultados son apoyados por el trabajo de Smith *et al.*, (2003), en donde se utilizaron los loci 28S y 18S rDNA y en el cual se incluye a la familia Apiosporaceae, quedando el orden con siete familias.

En estudios más recientes como el de Senanayake *et al.*, (2015) se aceptan doce familias: Apiosporaceae, Cainiaceae, Coniocessiaceae, Diatrypaceae, Graphostromataceae, Hyponectriaceae, Iodosphaeriaceae, Lopodostomataceae, Melogrammataceae, Pseudomassariaceae, Vialaceae y Xylariaceae. En el trabajo de Jaklitsch *et al.*, (2016) incluyen a Microdochiaceae, Requienellaceae, Beltraniaceae, se reintroduce a Amphisphaeriaceae, Phlogicylindriaceae, Pseudomassariaceae, Sporocadaceae, pero excluye a Iodosphaeriaceae y Melogrammataceae de Xylariales; aceptando un total de 17 familias dentro del orden. Ambos estudios utilizaron los loci que codifica para la unidad larga ribosomal (LSU) y la región de espaciadores internos transcritos (ITS) en la construcción de la filogenia de Xylariales.

Sin embargo, estudios posteriores han agregado otros genes a la inferencia filogenéticas de Xylariales, buscando esclarecer y estabilizar el número de familias de este orden. En el estudio de Maharachchikumbura *et al.*, (2016) y Hongsanant *et al.*, (2017) se utilizaron los loci LSU, ARN polimerasa II (RPB2), la región que codifica la subunidad corta del ribosoma (SSU) y el factor de elongación de la traducción 1 (TEF1), diferenciando en los resultados obtenidos. Por ejemplo, en Maharachchikumbura *et al.*, (2016) se aceptan todas las familias descritas arriba y se incluyen a Clypeosphaeriaceae,

Myelospermataceae, Pestalotiopsidaceae y a Robillardaceae, para un total de 22 familias dentro de Xylariales. Sin embargo, Hongsanan *et al.*, (2017) utilizando los mismos genes solo acepta a siete familias Diatrypaceae, Graphostromataceae, Hypoxylaceae, Lopodostomataceae, Microdochiaceae, Requienellaceae y Xylariaceae.

Esta variación en el número de familias aceptadas en Xylariales, por los distintos autores, podría deberse a los loci utilizados en los diferentes trabajos, así como a los métodos utilizados en la construcción de las filogenias (Hongsanan *et al.*, 2017).

Una de las familias más estudiadas del grupo es Xylariaceae, la cual ha ido cambiando su estructura en los últimos años debido a nuevos datos de secuencias de ADN (Ju & Rogers, 1996; Sánchez-Ballesteros *et al.*, 2000, Hsieh *et al.*, 2005, Wendt *et al.*, 2017).

Dentro de esta familia se encontraba el género *Hypoxylon* (ubicada actualmente en Hypoxylaceae), que ha sido redefinido desde que fue descrito por primera vez por Miller en 1961. Dentro de los trabajos más destacados, de *Hypoxylon*, esta el de Ju & Rogers en 1996, donde se redefinen las especies del grupo y divide el género en dos grandes secciones *Hypoxylon* sect. *hypoxylon* y *Hypoxylon* sect. *annulata*, utilizando características morfológicas como la ausencia o presencia de anillo alrededor del ostiolo, el tipo de tejido que rodeaba los peritecios, entre otros. Luego, el trabajo de Sánchez-Ballesteros *et al.*, (2000), utilizando el locus ITS para la obtención de la filogenia, sugirió que las especies de *Hypoxylon* debían de ser revisadas y redefinidas. Sin embargo, para la redefinición Hsieh *et al.*, (2005) utilizó los loci β -tubulina y α -actina, segregando las especies de *Hypoxylon* sect. *annulata* al nuevo género *Annulohypoxylon*. Más tarde el trabajo de Wendt *et al.*, (2017), utilizando perfiles químicos, segrega especies de

Annulohypoxylon al nuevo género *Jackrogersella*. Todos estos cambios taxonómicos, dentro del orden, familias o géneros, han logrado que los grupos sean monofiléticos.

3.3. Aspectos generales de los hongos de la familia Xylariaceae

La familia Xylariaceae (Tul. & C. Tul. [as “Xylariei”] Select. fung. carpol. (Paris) 2: 3 (1863), emend. M. Stadler & L.Wendt.) es la segunda más diversa dentro de los Xylariales, con alrededor de 823 especies, contenidas en 32 géneros (Wendt *et al.*, 2017) y es considerada como una de las más importantes dentro de los Xylariales.

Con el trabajo de Wendt *et al.* (2017), algunas de las especies fueron segregadas a otras familias como: Hypoxylaceae (*sensu stricto*, DC. en Lamarck y de Candolle, Fl. Franç., Edn 3 (París) 2: 280 (1805), emend.M. Stadler & L .Wendt.), Graphostromataceae (M.E. Barr, J.D. Rogers & Y.-M. Ju., Mycotaxon 48: 533 (1993) emend M. Stadler, L. Wendt y Sir.), Lopodostomataceae (Daranagama & KD Hyde [como "Lopadostomaceae", en Senanayake y otros, FungalDivers 73: 1 (2015)], o segregadas a dentro Xylariales y de Sordariomycetes (Wendt *et al.*, 2017).

Las especies de Xylariaceae se caracterizan por presentar: peritecios de colores oscuros, dentro de un estroma más o menos bien desarrollado y que puede ser unipartido o bipartido; ascas cilíndricas con un anillo apical amiloide que puede ser visible o muy reducido; ascosporas unicelulares o bicelulares, marrones o de color claro, lisas u ornamentadas, con o sin apéndices, con o sin una línea germinal, y en algunos casos pueden presentar un perisporio dehiscente o indehiscente en reacción a hidróxido de potasio (KOH) al 10% (Roger, 1979). Además de presentar ascosporas con forma

elipsoide, un estado asexual tipo *Geniculosporium* y en forma general ausencia de pigmentos extraíbles del cuerpo fructífero con KOH 10% (Wendt *et al.*, 2017).

3.3.1. Géneros de la Familia Xylariaceae

Amphirosellinia Y.M. Ju, J.D.Rogers, H.M.Hsieh & Lar.N.Vassiljeva; *Anthostomella* Sacc; *Anthostomelloides* Tibpromma & K.D. Hyde; *Arthroxyllaria* Seifert & W. Gams; *Ascotricha* Berk.; *Astrocystis* Berk. & Broome; *Brunneiperidium* Daranag., Camporesi & K.D. Hyde; *Clypeosphaeria* Fuckel; *Collodiscula* I. Hino & Katum.; *Coniolaria* Dania García, Stchigel & Guarro; *Emarcea* Duong, Jeewon & K.D. Hyde; *Entoleuca* Syd.; *Euepixylon* Füsting; *Halorosellinia* Whalley E.B.G. Jones, K.D.Hyde & Læssøe; *Helicogermis* Lodha & D. Hawksw.; *Hypocopa* (Fr.) J. Kickx.; *Hypocreodendron* Henn.; *Kretzschmaria* Fr.; *Kretzschmariella* Viégas; *Leprieuria* Læssøe, J.D. Rogers & Whalley; *Lunatiannulus* Daranag., Camporesi & K.D. Hyde; *Nemania* Gray; *Podosordaria* Ellis & Holw.; *Poronia* Willd.; *Rosellinia* De Not.; *Sarcoxyllon* Cooke; *Squamotubera* Henn.; *Stilbohypoxyllon* Henn.; *Vamsapriya* Gawas & Bhat; *Virgaria* Nees; *Wawelia* Namysł.; *Xylaria* Hillex Schrank.

3.4. Aspectos generales de los hongos de la Familia Hypoxylaceae

La familia Hypoxylaceae contiene alrededor de 282 especies en 15 géneros (Wendt *et al.*, 2017). Las especies de este grupo se caracterizan por presentar estromas (si está presente) de diversas formas como erectas, esféricas, semiesféricas, peltadas, efuso-pulvinado, etc.; solitario o gregario; adheridos al sustrato de forma amplia o restringida; superficie de diversos colores, comúnmente negros, rojos, naranja, y azul; tejido carbonoso o de cera inmediatamente debajo de la superficie y entre los peritecios; con o

sin pigmentos extraíbles con KOH 10%; asca cilíndrica, persistente; anillo apical amiloide o infrecuentemente inamiloide, distintivo, reducido o aparentemente ausente; ascosporas chocolates, elipsoides o ligeramente fusoide; perispora dehiscente o indehiscente en KOH 10%, estado asexual tipo *Nodulisporium* (Wendt *et al.*, 2017).

3.4.1. Géneros de la Familia Hypoxylaceae

Annulohypoxylon Y. M. Ju, J. D. Rogers & H. M. Hsieh; *Anthocanalis* Daranag., Camporesi & K.D. Hyde; *Daldinia* Ces. & Denot.; *Entonaema* A. Møller; *Hypoxylon* Bull.; *Phylacia* Lév.; *Thamnomycetes* Ehrenb.; *Thuemenella* Penz. & Sacc.; *Jackrogersella* L. Wendt, Kuhnert & M. Stadler; *Pyrenopolyporus* (Lloyd), M. Stadler & L. Wendt; *Chlorostroma* A.N. Mill., Lar.N. Vassiljeva & J.D. Rogers; *Rhopalostroma* D.Hawksw.; *Rostrohypoxylon* J. Fourn. & M. Stadler; *Ruwenzoria* J. Fourn., M. Stadler, Læssøe & Decock; *Pyrenomyxa* Morgan.

3.5. Hypoxylaceae en Panamá

A pesar de ser una familia diversa, el conocimiento de esta familia en Panamá es muy pobre. Para el 2006 en Panamá solo se conocían 14 especies de hongos pertenecientes a esta familia (Piepenbring, 2006). Con el trabajo de Carmona *et al.*, (2009) la lista se incrementó a 24 especies conocidas y para el 2013 se habían reportado 39 especies para el país, según la lista de Piepenbring 2013.

Sin embargo, con la nueva la redefinición del grupo, quedan en 31 especies de Hypoxylaceae, reportadas para Panamá, perteneciente a los géneros: *Annulohypoxylon*, *Jackrogersella*, *Daldinia*, *Entonaema*, *Phylacia* y *Hypoxylon*.

3.6. Conservación de los hongos

La conservación de la diversidad biológica ha sido un tema importante en la política internacional, por lo que en 1992 se firmó el Convenio de Río sobre la Diversidad Biológica. El Convenio establece tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la distribución justa y equitativa de los beneficios obtenidos del uso de los recursos genéticos (Convenio Sobre La Diversidad Biológica, 1992).

Desafortunadamente, el texto del Convenio sobre la diversidad biológica (1992) clasifica la biodiversidad en animales, plantas y microorganismos y no se menciona a los hongos como un grupo, sino que eran incluidos dentro de las plantas. A pesar de que se conocen los roles ecológicos de los hongos y la importancia económica que ellos tienen (Mata, 1999; Osmanova *et al.*, 2010; Bill *et al.*, 2012; Heilmann-Clausen *et al.*, 2015; Hokama *et al.*, 2017), hasta ahora han sido casi totalmente ignorados por todos los movimientos de conservación general (Griffith, 2012).

Al igual que los animales y las plantas, los hongos también están en peligro de extinción por el cambio climático, la destrucción del hábitat y la contaminación causada por el hombre. Por lo que, en el 2010 se estableció la Sociedad Internacional para la Conservación de Hongos (ISFC) dedicada a la protección y conservación de estos organismos. La sociedad cuenta con más de 300 miembros en más de 60 países diferentes y promueve la conservación de hongos en todo el mundo a través de actividades, premios, campañas, reuniones y publicaciones (Sociedad Internacional para la Conservación de Hongos).

En el 2010, se hizo una evaluación de referencia de la Lista Roja utilizando a los Ascomycetes como objeto de estudio. Esta lista pionera fue el primer intento a gran escala de evaluar el estado de conservación de los hongos usando categorías y criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Minter, 2011). El proyecto duró tres años y fue financiado por la Iniciativa Darwin (<https://www.gov.uk/government/groups/the-darwin-initiative>).

El trabajo dejó ver el vacío que se tiene en cuanto al conocimiento (datos) de las especies de hongos existentes. Actualmente, la lista roja de especies amenazadas de la IUCN considera dentro de la lista a 56 especies de hongos, de los cuales 15 pertenecen a la división Ascomycota y 41 a los Basidiomycota. Las categorías con mayor número de especies son las de vulnerables (VU) con 20 especies y la de peligro de extinción (EN) con 18 especies, las demás especies están entre los otros estados de peligro (Cuadro 1). Los rangos de distribución de las especies amenazadas incluye Europa, Norte América, Asia y solo una especie en Sur América (Cuadro 8).

Cuadro 1. Número de especies de hongos amenazados a nivel mundial, incluidos en las distintas categorías de riesgo de la IUCN versión 3.1.

Categoría	N° especies
Extinta (EW)	0
En peligro crítico de extinción (CR)	5
En peligro de extinción (EN)	18
Vulnerable (VU)	20
Casi amenazada (NT)	6
Preocupación menor (LC)	3
Datos insuficientes (DD)	4
Total general	56

3.6.1. Conservación de hongos en Panamá

Panamá como parte del Convenio sobre la diversidad Biológica (CBD), busca implementar herramientas que ayuden a promover la conservación de la biodiversidad en el país, lo cual fue un paso importante en cuanto a conservación. Sin embargo, como a nivel mundial a los hongos no se les dio mucha importancia en el país, como se les dio a otros organismos.

Los informes nacionales de biodiversidad de Panamá mencionan a los hongos de forma esporádica, no es hasta el quinto informe de biodiversidad de Panamá donde se toman en cuenta a los hongos como un grupo independiente de las plantas o líquenes y asociados. Por ejemplo, en el segundo informe Nacional de biodiversidad (2002) y tercer informe Nacional de biodiversidad (2007) se menciona la palabra hongo una y tres veces, respectivamente. Específicamente, en el tercer informe se menciona dos veces a los hongos y es como parte de la conservación de anfibios, ya que 26 especies de anfibios estaban siendo amenazadas por infecciones de hongos. Luego se vuelven a mencionar como parte de microorganismos biocontroladores de plagas y patógenos agrícolas.

Ya en el cuarto informe nacional de biodiversidad de Panamá (2010b) se menciona la palabra hongo tres veces, refiriéndose a ellos como “un grupo menos conocido” y que en el país existe “una colección pequeña de cerca de mil ejemplares”, sin una distinción clara entre hongos y líquenes en las colecciones.

En el quinto informe nacional de biodiversidad de Panamá ante el convenio sobre la diversidad nacional del 2014, se incluyen el número de especies de hongos reportadas para el país, apareciendo de forma separada al de plantas o líquenes (Figura 1).

Número de Especies en Panamá	Especies endémicas	Especies amenazadas	Especies exóticas
MAMÍFEROS 259	13	57	-----
FLORA Plantas Vasculares 10,444* Pteridofitas y afines 1,734* Briofitas 999 (a)	1,096 32	1,733	Aprox. 2,600***
Hongos 2,772 (b))			
REPTILES 242	22	65	3
AVES 976	12	265	3
ANFIBIOS 211**	29	48	2
PECES Peces de agua dulce 220 Peces marinos 1,157	29	No evaluado	25

Fuente: *Catálogo de las Plantas Vasculares de Panamá (2004);
 AmphibiaWeb, 2014. Revisión en internet, Departamento de Biodiversidad y Vida Silvestre, ANAM, 2013-2014. *Alrededor del 25% de las plantas registras para Panamá corresponde a especies exóticas (muchas especies cultivadas, ornamentales, y para propósitos agrícolas) Proyecto Flora Exótica de Panamá, sitio web:
<http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/floraexotica/index.php?accesscheck=%2Fbioinformatics%2Ffloraexotica%2Fdata.php>
 (a) <http://www.stri.si.edu/espanol/acercastri/noticias/noticias/articulo.php?id=491>
 (b) <http://biogeodb.stri.si.edu/fungi/>

Figura 1. Lista de las especies de flora y fauna presentado en el Informe de Panamá en el 2014, nacional ante el convenio sobre la diversidad.

* Imagen tomada directamente del Cuarto Informe Nacional de Panamá ante el convenio sobre la Diversidad Biológica.

Actualmente, Panamá está trabajando en la creación de una colección de cultivos de referencia de microorganismos, donde se incluyen a los hongos como parte importante de esta. Como primer paso este año (2018) se realizó el primer Taller titulado “*La Importancia de las Colecciones de Microorganismos y su Relevancia para el Protocolo de Nagoya*”, donde se resaltó el rol que tienen las colecciones de microorganismos en la

conservación de la biodiversidad, y a su vez, la relevancia que tienen en el Protocolo de Nagoya. Además, se compartieron algunas de las investigaciones que se han realizado y se llevan actualmente en Panamá, con microorganismos.

Panamá actualmente no tiene ninguna especie de hongo en alguna categoría de la lista roja de la IUCN, aunque sí existen registros de especies endémicas para el país (Cuadro 7, pag. 97).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

Las muestras fueron colectadas en ocho sitios en la Republica de Panamá. De los cuales seis están ubicados en tierras bajas y dos en tierras altas. Se utilizó la clasificación de Holdridge para determinar la zona de vida correspondiente a cada sitio, utilizando el mapa interactivo de la página del Ministerio de Ambiente de Panamá (SINAP, en: <http://mapserver.miambiente.gob.pa/website/areasprotegidas/viewer.htm>).

Los sitios de estudios son detallados a continuación:

Sitios ubicados en Tierras bajas (700 m.s.n.m. <)

4.1.1. Parque Nacional Soberanía

Situado a lo largo de la ribera este del Canal de Panamá, el parque ocupa parte de la provincia de Panamá y Colón. Tiene una extensión de 22,104 hectáreas, con una precipitación anual de 2,131 mm, altitud 31 m.s.n.m. (ETESA, estación Gamboa). Presenta una zona de vida tipo bosque húmedo tropical y se han reportado 2,762 especies de plantas en el mismo (Plan de uso de Público Parque Nacional Soberanía, 2017).

4.1.2. Parque Camino de Cruces

Situado a 15 km al norte de la ciudad de Panamá, entre el Parque Nacional Soberanía, al norte, y el Parque Natural Metropolitano, al sur. Tiene una extensión de 4,000 hectáreas, con una precipitación anual de 2,025.6 mm, altitud 31 m.s.n.m. (ETESA, estación Pedro Miguel) y una temperatura promedio de 27 °C. Presenta las siguientes

zonas de vida: bosque húmedo tropical y bosque húmedo tropical transición seca (Plan de manejo PNCC, 1999).

4.1.3. La Concepción

Localizado en la provincia de Chiriquí, es uno de los trece corregimientos del distrito de Bugaba (suroeste). Tiene una extensión de 6,830 hectáreas, con una precipitación anual de 3,747.6 mm, altitud de 270 m.s.n.m. (ETESA) y una temperatura media de 25.7 °C (es.climate-data.org). Presenta una zona de vida tipo bosque muy húmedo premontano.

4.1.4. Sortová

Localizado en la provincia de Chiriquí, es uno de los trece corregimientos del distrito Bugaba. Tiene una extensión de 3,340 hectáreas, con una precipitación anual de 4,369.2 mm, altitud de 400 m.s.n.m. (ETESA, estación Sortová) y temperatura media 25.1 °C (es.climate-data.org). Presenta zona de vida bosque muy húmedo premontano.

4.1.5. Parque Natural Metropolitano

Localizado en el corregimiento de Ancón, Distrito de Panamá, colinda con el Parque Nacional Camino de Cruces al límite noroeste. Tiene una extensión de 232 hectáreas con 1.159 metros, una precipitación de 2,352 mm (ETESA, estación La Pulida), altitud 20 m.s.n.m. y temperatura media 27 °C (ETESA, estación Albrook Field). Presenta una zona de vida bosque húmedo tropical y se han reportado 284 especies de plantas en este parque.

4.1.6. Parque Nacional Altos Campana:

Localizado en la provincia de Panamá cerca de 50 kilómetros al oeste de la Ciudad de Panamá. Tiene una extensión de 4,816 hectáreas, sus precipitaciones anuales entre 2,000 mm y 2,600 mm, con una temperatura promedio de 24°C, tiene altitudes que van desde los 400 metros hasta 850 metros, siendo su punto más alto el Cerro de Campana. Presenta las siguientes zonas de vida: bosque húmedo tropical, bosque húmedo premontano, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical y se le han reportado 540 especies de plantas (Plan de uso publico Parque Nacional Altos Campana, 2004).

Sitios ubicados en Tierras altas (> 1500 msnm)

4.1.7. Parque Internacional la Amistad

Este es un Parque transfronterizo de 401,000 hectáreas de las cuales 207,000 en Panamá y 193,929 en Costa Rica. La parte de Panamá está localizada en el extremo occidental del país, en la cordillera de Talamanca, entre las provincias de Bocas del Toro y Chiriquí. Tiene una extensión total de 207,000 hectáreas de bosques vírgenes y secundarios, de las cuales 6,210 hectáreas se ubican en la Provincia de Chiriquí y el resto en Bocas del Toro. Su precipitación anual oscila entre los 2,500 mm y los 5,500 mm (CBMAP, en: <http://www.miambiente.gob.pa/cbmapiii/index.php>), con una temperatura en el sector pacífico que oscila entre los 10° C a los 22° C y en el sector atlántico entre los 17° C y 24° C. Con una altitud máxima de 2,218 m.s.n.m. en los senderos el Retoño y Panamá Verde Presenta las siguientes zonas de vida: bosque pluvial montano, bosque muy húmedo montano, bosque pluvial montano bajo, bosque pluvial premontano, bosque

muy húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical y bosque húmedo tropical (Tosí, 1971 en plan de manejo del PILA, 2004).

4.1.8. Parque Nacional Volcán Barú

Localizado en la provincia de Chiriquí, en su vertiente pacífica, sobre la Cordillera de Talamanca. Tiene una extensión de 14,322 hectáreas, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 2,100 mm hasta 3,700 mm anuales. Con una altitud máxima de 2,505 m.s.n.m en el sendero Los Quetzales. Presenta temperaturas medias anuales de 12.5 °C en la cima del volcán. En el parque se han reportado un total 704 especies de plantas y presenta las siguientes zonas de vida: bosque muy húmedos montanos, bosques húmedos montanos bajos (que no se encuentran en ningún otro lugar de Panamá), bosques pluviales montanos bajos, bosques pluviales montanos, bosques muy húmedos montanos bajos y bosques pluviales premontanos. (Plan de uso público del parque Nacional Volcan Baru, 2016).

4.2. Recolecta de muestras

Se realizó una visita de colecta de especímenes al Parque Nacional Volcán Barú y Parque Camino de Cruces; dos visitas al Parque Nacional Altos de Campana, Parque Natural Metropolitano, Parque Internacional La Amistad, y La Concepción; y tres al Parque Nacional Soberanía y a Sortová.

Todos los especímenes colectados fueron puestos en bolsas de papel manila para ser transportados al laboratorio. A cada espécimen colectado se le anotó en campo la siguiente información: el sustrato donde se encontraba el cuerpo fructífero (tronco en

descomposición, árbol vivo, etc.), color del cuerpo fructífero y adicionalmente se documentaron los especímenes mediante fotografía digital.

4.3. Aislamiento de los hongos en medio de cultivo

Los especímenes fueron estudiados y trabajados en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT) y del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (Laboratorios de Gamboa y Naos).

4.3.1. Cultivos monospóricos

En el laboratorio, los peritecios fueron extraídos del estroma utilizando un bisturí estéril, con la ayuda de un estereomicroscopio modelo Nikon SMZ800 (Nikon, Melville, NY, USA). Luego de extraídos, los peritecios se colocaron en un portaobjeto con 300 μ l de agua estéril para hidratarlos y abrirlos con el bisturí para liberar las ascas y ascosporas. Con una micropipeta se transfirieron las ascosporas suspendidas en agua a medio de cultivo solido agar papa dextrosa (PDA) suplementado con rifampicina (r) en un plato Petri. Con un aza estéril se esparció la suspensión de esporas por toda la superficie del agar.

Después de 24 horas, se revisaban los platos con el estereomicroscopio en busca de ascosporas germinadas, las cuales eran transferidas a un nuevo plato con PDA, usando una aza con punta de alfiler. Los nuevos platos se dejaban creciendo a temperatura ambiente ($\sim 23^{\circ}\text{C}$) para obtener los cultivos monospóricos.

4.3.2. Cultivo de tejidos

En los casos donde no se logro obtener un cultivo monospórico, se utilizó un bisturí estéril para cortar el estroma, del espécimen. Con la ayuda de una pinza estéril se tomó un trozo de estroma (de la parte interna), o del peritecio y fueron colocados en un plato previamente preparado con PDA+r. Se colocaron tres trozos de tejido por plato. Los platos se revisaban a las 48 horas. De ver crecimiento, se transfería micelio del margen del hongo en crecimiento a un nuevo plato previamente preparado con PDA.

Todos los cultivos obtenidos, fueron almacenados en glicerol 15% a -20°C y en medio sólido inclinado agar harina de maíz a 8°C .

4.4. Descripción morfológica

A cada espécimen se les tomó fotos de los peritecios con una cámara ZEISS Axiocam ICc 5 (Zeiss, Jena, Alemania) adaptada a un microscopio vertical de transmisión ZEISS Axio Scope.A1 (Zeiss, Jena, Alemania). Se hicieron observaciones y se tomaron fotografías de las ascas, ascosporas y poro apical, con un microscopio de transmisión vertical equipado con microscopia de contraste diferencial (DIC) modelo Olympus BX53 y cámara fotográfica modelo Olympus DP73 conectada al mismo (Olympus, Tokyo, Japón).

Adicionalmente, se realizaron las mediciones de cada una de estas estructuras micromorfológicas a partir de las fotografías obtenidas utilizando el programa CellSens dimensión (Olympus Corporation, Tokyo, Japon). Se utilizó la guía de colores de Rayner (1979) para asignar el color de los estroma y los pigmentos extraídos de estructuras con KOH 10%.

Los especímenes fueron identificadas utilizando la clave para especies de *Hypoxylon* de Ju & Rogers (1996) y literatura especializada: Nuevas especies y reportes de *Hypoxylon* de Argentina, identificados por un enfoque polifásico (Sir *et al.*, 2016), Revisión del género *Stilbohypoxyton* (Xylariaceae) (Petrini, 2004), y Resolución filogenética y quimiotaxonómica del género *Annulohypoxyton* (Xylariaceae)(Kuhnert *et al.*, 2017a).

4.5. Trabajo molecular, secuenciación de ADN

Para cuando los cultivos habían crecido aproximadamente por cinco días a temperatura del laboratorio (aprox. 22-23 °C) se procedió con la extracción de ADN. Para esto se tomó aproximadamente un centímetro cuadrado de micelio, raspando la superficie del cultivo en la zona de crecimiento activo del margen del mismo. El ADN se extrajo utilizando el kit Puregene Tissue (Qiagen, Hilden, Alemania) siguiendo las instrucciones del fabricante.

Las regiones de ADN ribosomal ITS, es decir ADNr ITS 1 y 2 incluyendo el gen de ADNr 5.8S fueron amplificadas con los cebadores ITS4 e ITS5 (White *et al.*, 1990) para la posterior secuenciación. Una región de ADN ribosómico del gen para la subunidad mayor 28S (LSU) se amplificó utilizando los cebadores LR0R y LR7 (Rehner & Samuels, 1994; Vilgalys & Hester, 1990). Una región parcial del gen β -tubulina fue amplificada utilizando los cebadores T1 y T22 (O'Donnell & Cigenik, 1997).

Las amplificaciones se llevaron a cabo utilizando un termociclador iCycler ABI 2720 (Applied Biosystems, USA), con las siguientes concentraciones de reactivos en un volumen de 25ul: 5-15 ng de ADN genómico, 200 μ M de cada dNTP, 2,5 unidades de

Polymerasa Taq (Qiagen, Hilden, Alemania), 2 μ M de cada cebador y 10x buffer con 15 μ M MgCl₂. Las condiciones de reacción que se utilizaron para ITS fueron: 5 min a 94 °C seguido de 32 ciclos de 45 s a 94 °C, 45 s a 50°C, y 1.5 min a 72 °C, con un periodo de extensión final de 10 min a 72 °C. Para la amplificación de LSU y β -tubulina se usaron las mismas condiciones de reacción, pero la temperatura de anillamiento fue de 58 °C para LSU y de 45°C - 55 °C para β -tubulina.

Los productos de PCR resultantes fueron purificados con ExoSAP-IT (USB, Cleveland, USA) siguiendo las instrucciones del fabricante. Dichos productos de PCR fueron secuenciados con los reactivos del kit de secuenciación BigDye 3.1 (Applied Biosystems, Foster City, CA) en un secuenciador ABI 3100. Los cebadores de PCR se utilizaron como iniciadores de secuenciación para los tres loci. Adicional, para el LSU, el cebador LR5 (Rehner & Samuels, 1994) fue utilizado como cebador de secuenciación interna. Para el locus β -tubulina se usaron adicionalmente los cebadores T2 y T12 (O'Donnell & Cigenik, 1997) como cebadores internos.

4.6. Análisis Filogenéticos

Se hizo un control de calidad de las secuencias de ADN obtenidas y se ensamblaron contigs de cada locus con secuencias obtenidas de cada cebador utilizando el programa Sequencher (versión 5.1, Gene codes corporations, Ann Arbor, USA). Además de las secuencias de ADN generadas en este estudio, se obtuvieron 209 secuencias de ADN de Xylariales de la base de datos Genbank, de los diferentes loci en estudio, para complementar el trabajo.

4.6.1. Filogenia de Xylariales

La inferencia filogenética se hizo en base a tres loci nucleares: ITS (625 bp) (ITS1, 5.8S e ITS2), una región parcial del gen β -tubulina (1400bp) y una región parcial del gen LSU (1500 pb), para los Xylariales.

Para esta filogenia se incluyeron representantes de cinco géneros de Hypoxylaceae, de tres géneros de Graphostromataceae, de un género de Lopadostomataceae, dos géneros de Xylariaceae, uno de Diatrypaceae y se utilizó la especie de *Pyriformiascoma trilobatum* como grupo externo para la filogenia.

Se utilizaron representantes de los géneros más importantes de Hypoxylaceae: siete especies de *Hypoxylon*, cinco *Annulohypoxylon*, cuatro *Daldinia* y tres *Jackrogersella*.

4.6.2. Filogenia de *Hypoxylon* y *Annulohypoxylon*

La inferencia filogenética para el género *Hypoxylon* y *Annulohypoxylon* se realizó utilizando región parcial de aprox. 1,550 nucleótidos, del gen β -tubulina.

Todas las secuencias, obtenidas, fueron editadas con el programa Sequencher 5.1. Se realizó alineamiento de secuencias utilizando el programa CLUSTALW, implementado en el program MEGA 6 (Tamura *et al.*, 2013). Las tres filogenias presentadas en este trabajo se realizaron utilizando el método de Máxima Verosimilitud empleando RAxML (Randomized Axelerated Maximum Likelihood) con 1,000 réplicas bootstrap, y con los parámetros por defecto de este método que aparecen en la plataforma XSEDE (modelo de evolución utilizado el GTR +I+G) utilizando el portal en línea para análisis filogenéticos CIPRES (<https://www.phylo.org/>).

Cuadro 2. Lista de los especímenes usados en los análisis filogenéticos presentados en este trabajo. Las muestras de tipo se etiquetan con T (holotipo), IT (isotipo), ET (epitipo).

Especie	ITS	β -tubulina	LSU	Origen	Cepa	Referencia
<i>Annulohypoxydon annulatum</i>	KU604559	KU159523	KY610418	Texas (USA) (ET)	CBS 140775	Sir <i>et al.</i> , 2016
<i>Annulohypoxydon areolatum</i>		KX376344		Tailandia (ET)	EK 14019	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxydon atroroseum</i>		DQ840083		Tailandia	ATCC 76081	Tang <i>et al.</i> , 2007
<i>Annulohypoxydon bahnphadengense</i>		KX376347		Tailandia	STMA 13115	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxydon bovei</i> var. <i>microspora</i>		AY951654		Taiwán	BCRC 34012	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Annulohypoxydon fulvum</i>		KX376354		Guayana Francesa (T)	MUCL 54622	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxydon leptascum</i>		KU604580		Tailandia	MFLUCC 13-0587	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxydon moriforme</i>		KU159525		Argentina	STMA 14065	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxydon moriforme</i> var. <i>microdiscus</i>		AY951660			BCRC 34018	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Annulohypoxydon nitens</i>	KC968927	KC977275		Guadeloupe	CBS 119134	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Annulohypoxydon nitens</i>		AY951663		Tailandia	BCRC 34021	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Annulohypoxydon nouraguense</i>		KX376348		Guayana Francesa (T)	MUCL 54607	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxydon purpureopigmentum</i>		KC977306		Guayana Francesa	MUCL 54616	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Annulohypoxydon squamulosum</i>		AY951665		Taiwan (T)	BCRC 34022	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Annulohypoxydon stygium</i>	si	si	si	Panamá	MC71	Este estudio
<i>Annulohypoxydon stygium</i>	KP401579	KP401586	DQ840064	Taiwan	EK 13020	Sir <i>et al.</i> , 2015
<i>Annulohypoxydon stygium</i> var. <i>annulatum</i>		KU159526		Argentina	STMA 14066	Sir <i>et al.</i> , 2016
<i>Annulohypoxydon sub-stygium</i>		KC977285		Irán (ET)	MUCL 51708	como <i>A. stygium</i> var. <i>annulatum</i> en Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxydon thailandicum</i>		KX376349		Tailandia (T)	MF130118	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxydon truncatum</i>	KX376329	KX376352	KY610419	Texas (USA) (ET)	CBS 140778	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a, LSU en Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Annulohypoxydon urceolatum</i>		KP401589			EK14014	Sir <i>et al.</i> , 2015
<i>Annulohypoxydon violaceopigmentum</i>		KX376343		Tailandia (T)	EK14011	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a

Especie	ITS	β-tubulina	LSU	Origen	Cepa	Referencia
<i>Annulohypoxylon viridistratum</i>		KX376342		Tailandia (T)	EK14010	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxylon yungensis</i>		KX376340		Argentina (T)	STMA 14046	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Annulohypoxylon moriforme</i>	si	si	si	Panamá	MC70	Este estudio
<i>Annulohypoxylon moriforme</i>	si	si		Panamá	MC84	Este estudio
<i>Biscogniauxia nummularia</i>	KY610382	KX271241	KY610427	Francia (ET)	MUCL 51395	Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Biscogniauxia repanda</i>	KY610383	KX271242	KY610428	USA	ATCC 62606	Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Camillea obularia</i>	KY610384	KX271243	KY610429	Puerto Rico	ATCC 28093	Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Creosphaeria sassafras</i>	KY610411	KX271258	KY610468	Argentina	STMA 14087	Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Daldinia bambusicola</i>	KY610385		KY610431	Tailandia (HT)	CBS 122872	Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Daldinia concéntrica</i>	AY616683	KC977274	KY610434	Alemania	CBS:113277	ITS en Triebel <i>et al.</i> , 2005, β -Tubulina en Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a, LSU en Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Daldinia eschscholtzii</i>	si	Si		Panamá	MC91	Este estudio
<i>Daldinia petriniae</i>	AM749937	KC977261	KY610439	Austria (ET)	MUCL 49214	Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Daldinia placentiformis</i>	si	Si		Panamá	MC94	Este estudio
<i>Diatrypaceae</i>	si	Si		Panamá	MC67	Este estudio
<i>Daldinia placentiformis</i>		AY951746		México	NA	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Graphostroma platystomum</i>	JX658535	HG934108	DQ836906	Francia (HT)	CBS 270.87	ITS en Stadler <i>et al.</i> , 2014, β -Tubulina en Koukol <i>et al.</i> , 2015, LSU en Zhang <i>et al.</i> , 2006
<i>Hypoxyton addis</i>		KC977287		Etiopía (T)	MUCL 52797	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxyton anthochroum</i>		AY951703		México	BCRC34050	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton begae</i>		AY951704		Hawái (USA)	BCRC34051	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton brevisporum</i>		AY951705		Puerto Rico	BCRC33809	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton calileguense</i>	KU604566	KU604579		Argentina (T)	STMA 14059	Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Hypoxyton carneum</i>		AY951706		Francia	BCRC34052	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton cercidicola</i>		KC977263		Francia	CBS 119009	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxyton cinnabarinum</i>	si	Si		Panamá	MC97	Este estudio
<i>Hypoxyton cinnabarinum</i>		AY951708		Puerto Rico	BCRC34055	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton crocopenum</i>		AY951710		USA	BCRC34056	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton dieckmanii</i>		AY951712		México	BCRC34058	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton duranii</i>		AY951714		Taiwán	BCRC34060	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton erythrostroma</i>		KC977296		Martinique	MUCL 53759	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxyton fendleri</i>		AY951718		Taiwán	BCRC34064	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxyton ferrugineum</i>		KX090080		Austria	CBS 141259	Friebes & Wendelin, 2016
<i>Hypoxyton flavoargillaceum</i>		KU159532		Argentina	STMA 14062	Sir <i>et al.</i> , 2016

Especie	ITS	β -tubulina	LSU	Origen	Cepa	Referencia
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	KC477229	KX271282	KM186295	Alemania (ET)	MUCL51264	ITS en Stadler <i>et al.</i> , 2013, β -Tubulina en Wendt <i>et al.</i> , 2017, LSU Daranagama <i>et al.</i> , 2015
<i>Hypoxylon fragiforme</i> (H14M)		AY951720		Francia	BRRC34066	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon fraxinophilum</i>		KC977301		Francia (ET)	MUCL54176	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon fulvosulphureum</i>		KP401584		Tailandia (T)	MFLUCC 13-0589	Sir <i>et al.</i> , 2016
<i>Hypoxylon fuscopurpureum</i>		AY951721		USA	BCRC34067	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon fuscum</i>		AY951723		Taiwán	BCRC 34069	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon griseobrunneum</i>		KC977281		Guadeloupe	MUCL 53310	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon haematostroma</i>	KC968911	KC977291	KY610484	Martinique (ET)	MUCL 53301	ITS y β - Tubulina en Kuhnert <i>et al.</i> 2014a, LSU en Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Hypoxylon haematostroma</i>	si	si	si	Panamá	MC34	Este estudio
<i>Hypoxylon haematostroma</i>		KC977279		Panamà	MUCL 47600	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon howeanum</i>	si	si	si	Panamá	MC65	Este estudio
<i>Hypoxylon howeanum</i>	si	si		Panamá	MC62	Este estudio
<i>Hypoxylon howeanum</i>		KC977277		Alemania	MUCL 47599	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon hypomiltum</i>		KC977298		Guadeloupe	MUCL 53312	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon investiens</i>		KC977270		Malaysia	CBS 118183	Bitzer <i>et al.</i> , 2008, secuencia obtenida en Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon isabellinum</i>		KC977295		Martinique (T)	MUCL 53308	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014 ^a
<i>Hypoxylon jaklitschii</i>		KM610304		Sri Lanka (T)	CBS 138916	Kuhnert <i>et al.</i> , 2015
<i>Hypoxylon jecorinum</i>		AY951731		México	NA	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon lateripigmentum</i>		KC977290		Martinique (T)	MUCL 53304	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014 ^a
<i>Hypoxylon lechatii</i>		KF923405		Guayana Francesa	MUCL 54609	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014 ^a
<i>Hypoxylon lenormandii</i>		KM610299		Argentina	STMA 14072	Kuhnert <i>et al.</i> , 2015
<i>Hypoxylon lienhwacheense</i>		KU159522		Tailandia	MUFLUCC 14-1231	Sir <i>et al.</i> , 2016
<i>Hypoxylon lilloi</i>		KU159537		Argentina (T)	STMA 14142	Sir <i>et al.</i> , 2016
<i>Hypoxylon liviae</i>		KC977265		Noruega (ET)	CBS 115282	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014 ^a
<i>Hypoxylon lividicolour</i>		AY951734		Taiwan (T)	BCRC34076	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon lividipigmentum</i>		AY951735		Mexico (IT)	BCRC34077	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon macrosporum</i>		AY951736		Canada	BCRC34078	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon monticulosum</i>	KC968939	KC977302	KY610487	Martinique	MUCL 54626	ITS y β - Tubulina en Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a, LSU en Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Hypoxylon monticulosum</i>	si	si		Panamá	MC21	Este estudio

Especie	ITS	β-tubulina	LSU	Origen	Cepa	Referencia
<i>Hypoxylon munkii</i>		KC977294		Martinique	MUCL 53315	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon musceum</i>		KC977280		Guadeloupe	MUCL 53765	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon notatum</i>		AY951739		Hawái USA	YMJ250	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon ochraceum</i>		KC977300		Martinique (ET)	MUCL 54625	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon papillatum</i>		KC977258		USA (T)	ATCC 58729	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon perforatum</i>		KC977299		Japón	MUCL 54174	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon petriniae</i>		AY951743		Francia	BCRC34084	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon pilgerianum</i>		AY951744		Taiwán	BCRC34084	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon polyporoideum</i>		AY951747		Taiwán	BCRC34088	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon porphyreum</i>		KC977264		Francia	CBS 119022	Bitzer <i>et al.</i> , 2008, secuencia obtenida en Kuhnert <i>et al.</i> 2014a
<i>Hypoxylon pulicidum</i>		JX183072		Martinique (T)	MUCL 49879	Bills <i>et al.</i> , 2012
<i>Hypoxylon rickii</i>		KC977288		Martinique (ET)	MUCL 53309	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon rubiginosum</i>		AY951751		UK	BCRC34116	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon rutilum</i>		AY951752		Francia	BCRC34092	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon samuelsii</i>		KC977286		Guadeloupe (ET)	MUCL 51843	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon shearii</i> var. <i>Minor</i>		AY951753		México (IT)	BCRC 34093	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon</i> sp.	si	si		Panamá	MC50	Este estudio
<i>Hypoxylon</i> sp.	si	si		Panamá	MC36	Este estudio
<i>Hypoxylon</i> sp.	si	si		Panamá	MC66	Este estudio
<i>Hypoxylon spegazzianum</i>		KU604582		Argentina (T)	STMA 14082	Sir <i>et al.</i> , 2016
<i>Hypoxylon subgilvum</i>		AY951754		Hawái	BCRC34094	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon submonticulosum</i>		KC977267		Francia	CBS 115280	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon submonticulosum</i>		AY951756		Francia	BCRC34096	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon subrutiloides</i>		FJ185281		Nueva Zelanda	F202416	Platas <i>et al.</i> , 2009
<i>Hypoxylon ticinense</i>		AY951757		Francia	BCRC34097	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon trugodes</i>		KF300548		Sri Lanka (ET)	MUCL 54794	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a
<i>Hypoxylon trugodes</i>		KC977284		Panamá	MUCL 49881	Stadler <i>et al.</i> , 2013, secuencias obtenidas es Kuhnert <i>et al.</i> 2014a
<i>Hypoxylon ulmophilum</i>		AY951760		Rusia	BCRC34100	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon umbilicatum</i>		KU159536		Argentina	STMA 15276	Sir <i>et al.</i> , 2016
<i>Hypoxylon vinosopulvinatum</i>		AY951761		Taiwán (T)	BCRC34101	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Hypoxylon vogesiicum</i>		KX271275		Francia	CBS 115273	Bitzer <i>et al.</i> , 2008, secuencia obtenida en Kuhnert <i>et al.</i> 2014a
<i>Jackrogersella cohaerens</i>	KY610396	KY624314	KY610497	Alemania	CBS119126	Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Jackrogersella minutella</i>	KY610381	KX271240	KY610424	Portugal	CBS119015	β - Tubulina en Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a,

Especie	ITS	β-tubulina	LSU	Origen	Cepa	Referencia
						ITS y LSU en Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Jackrogersella multiforme</i> var. <i>alaskense</i>		AY951662			BCRC 34021	Hsieh <i>et al.</i> , 2005
<i>Jackrogersella multiformis</i>	KC477234	KX271262	KY610473	Alemania (ET)	CBS119016	Stadler <i>et al.</i> , 2013, Kuhnert <i>et al.</i> , 2017a
<i>Jackrogersella sp</i>	si	si	si	Panamá	MC60	Este estudio
<i>Jackrogersella sp</i>	si	si		Panamá	MC64	Este estudio
<i>Nemania diffusa</i> (FR)	DQ658238	DQ840088	DQ840073		FR AT-113	Tang <i>et al.</i> , 2007
<i>Nemania serpens</i>	DQ631942	DQ840086	DQ840075		FR AT-114	Tang <i>et al.</i> , 2007
<i>Pyrenopolyporus laminosus</i>	KC968934	KC977292		Martinique (T)	MUCL 53305	ITS y β -tubulina en Kuhnert <i>et al.</i> , 2014b, LSU en Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Pyrenopolyporus nicaraguensis</i>	AM749922	KC977272	KY610489	Burkina Faso	CBS117739	ITS en Bitzer <i>et al.</i> , 2008, β -Tubulina en Kuhnert <i>et al.</i> , 2014a, LSU en Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Pyriformiascoma trilobatum</i>	KP297402	KP406613	KP340543	Italia	MFLUCC14.001 2	Daranagma <i>et al.</i> , 2015
<i>Rosellinia corticium</i>	KY610393	KX271254	KY610461	Francia	MUCL51693	Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Rosellinia necatrix</i>	AY909001	KY624310	KF719204	Argentina	CBS349.36	ITS y LSU en Peláez <i>et al.</i> , 2008, β -Tubulina Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Xylaria grammica</i>	DQ631944	DQ840090	DQ840081		XT09009	Tang <i>et al.</i> , 2007
<i>Xylaria Hypoxylon</i>	KY610407	KX271279	KY610495	Suecia (ET)	CBS122620	β -tubulina en Sir <i>et al.</i> , 2016, ITS y LSU en Wendt <i>et al.</i> , 2017
<i>Xylaria polymorpha</i>	KY610408	KX271280	KY610464	Francia	MUCL49884	Wendt <i>et al.</i> , 2017

V. RESULTADOS

5.1. Colecciones

Se logró coleccionar especímenes de Xylariales en los ocho sitios visitados, seis ubicados en tierras bajas y dos de tierras altas. Los especímenes fueron colectados sobre madera en descomposición (ramas, troncos) y en general se observó que la incidencia de *Hypoxylon* era mayor en áreas abiertas del bosque que en cerradas, para cada uno de los sitios visitados.

Se colectaron un total de 87 especímenes en los distintos sitios de colecta, de los cuales 77 fueron identificados como Xylariales y 10 quedaron sin identificar por no tener suficiente estructura fértil para su identificación y cultivo (Cuadro 3). De los 77 especímenes de Xylariales se lograron identificar 30 a rango de especie y dos hasta género.

De los ocho sitios visitados para este estudio, los dos sitios con mayor número de especímenes colectados fueron el PNS con 27 especímenes y Sortová con 18 especímenes. Mientras que el PNM y La Concepción fueron los sitios con menor número de colectas, ambos con cuatro especímenes. Del total de especímenes identificados, 15 especies pertenecen a Hypoxylaceae, siendo colectadas en los siete sitios de nuestro estudio y tres especies de Xylariaceae colectadas en PNS y PILA.

En este trabajo se describen y reportan tres nuevas especies de *Hypoxylon* para la ciencia, y un total de seis nuevos reportes de especies de Xylariales para Panamá, uno en cada uno de los siguientes géneros: *Annulohypoxylon* y *Amphirosellinia*; y dos para los

géneros *Hypoxylon* y *Stilbohypoxydon*. Este trabajo aumenta el número de reportes de Xylariaceae de 45 a 48 y de Hypoxylaceae 31 a 36 especies para Panamá.

Cuadro 3. Número de especímenes colectados e identificados en cada sitio de colecta.

Familia	PNC C	PNS	La Concepción	PNM	PILA	PNVB	PNAC	Sortová	Total
Diatrypaceae						1			1
Graphostromat aceae								1	1
Hypoxylaceae	4	14	4	3	4	6	3	12	50
Xylariaceae		6			7	1	1	2	17
Xylariales	2	3				2		1	8
no identificadas		4		1	1		2	2	10
Total	6	27	4	4	12	10	6	18	87

5.2. Taxonomía y morfología de las especies tratadas en esta investigación

Amphirosellinia evansii (Læssøe & Spooner) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh

Estroma: hemisférico, sésil, 1-1.3 mm de largo x 1-1.3 mm de ancho (n=10), superficie de color chocolate oscuro, emergiendo de la corteza de la madera. **Peritecio:** redondo a ovalado, 0.7-0.9 mm de ancho x 0.7 -0.9 mm de altura (n=10). **Ostiolo:** arriba de la superficie, papilado. **Ascas:** 158-247 µm de largo x 9-10 µm de ancho (n=4), poro apical amiloide de 9-10 µm de alto x 6-7 µm de ancho (n=11). **Ascospora:** chocolate oscuro, unicelular, elipsoide, lisas, 20-22 x 8-10 µm (n=14), línea germinal en espiral, perisporio no dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: no se obtuvo cultivo de este espécimen.

Especímenes examinados: Chiriquí, Parque Internacional La Amistad, latitud 8°53'46.9" y longitud 82°37'1.7", sobre tronco muerto, 27 de marzo del 2016, M. Cedeño MC53; latitud 8°53'39.3" y longitud 82°36'57.7", sobre tronco muerto, 27 de marzo del 2016, M. Cedeño MC54.

Características distintivas: Esta especie se distingue por presentar ascospora con una línea germinal en forma de espiral y por formar un patrón en forma de estrella alrededor del estroma, con tejido del hospedero y el hongo. Estas características fueron observadas en los especímenes identificados.

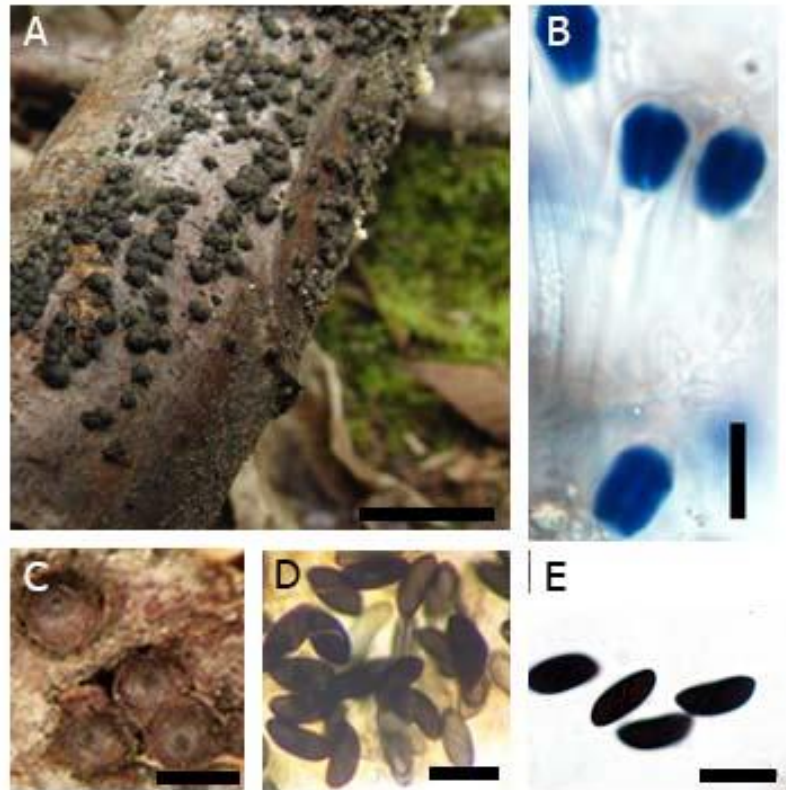


Figura 2. Fotografías de *Amphirosellinia evansii*. A) Estroma, B) Poro apical amiloide, C) Ostiolo, D-E) Ascosporas con línea germinal en espiral. Escalas: A) 0.5 mm, B) 10 μ m, C) 1 mm y D-E) 20 μ m.

Annulohypoxylon moriforme var. *microdiscus* Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh

Estroma: pulvinado a efuso - pulvinado, sésil, ostiolos no visibles a simple vista, 0.5-1.8 cm de largo x 0.5 cm de ancho, superficie de color negro oscuro, de consistencia carbonosa; pigmentos extraíbles de color chocolate oscuro (60), vinaceo oscuro (82) con KOH 10%. **Ostiolo:** ligeramente arriba de la superficie, rodado por un anillo de 0.15 mm

de diámetro (n = 6) **Ascas:** 93.4-111 μm de largo x 5- 6.3 μm de ancho (n=9), se observó el poro apical amiloide, pero no se pudo realizar ninguna medida. **Ascospora:** chocolate claro, unicelular, elipsoide, lisa, 9.5-10.2 x 3.6-4.7 μm (n=20), con línea germinal casi del mismo largo que la espora, perisporio dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: observado a 10 días en PDA, micelio blanco al inicio, tornándose de color crema al final; envés de color marrón, centro de color verdoso, con zonas concéntricas.

Especímenes examinados: Panamá, Parque Natural Metropolitano, sobre tronco muerto de dicotiledónea, 5 de julio del 2016, M. Cedeño MC84. Chiriquí, Sortová, latitud 8°34'16.7" longitud 82°39'00.8, sobre tronco muerto de dicotiledónea, 24 abril 2016, M. Cedeño MC70.

Características distintivas: Este espécimen se diferencia de *H. moriforme* por tener esporas de mayor tamaño y el anillo que encierra el ostiolo de menor tamaño (Ju & Rogers, 1996). Sin embargo, las ascosporas de los especímenes colectados presentan un tamaño intermedio entre las especies, es decir mayor que *H. moriforme* y ligeramente menor que *H. moriforme* var. *microdiscus*, pero el diámetro del anillo que encierra el ostiolo menor que el de *H. moriforme*.

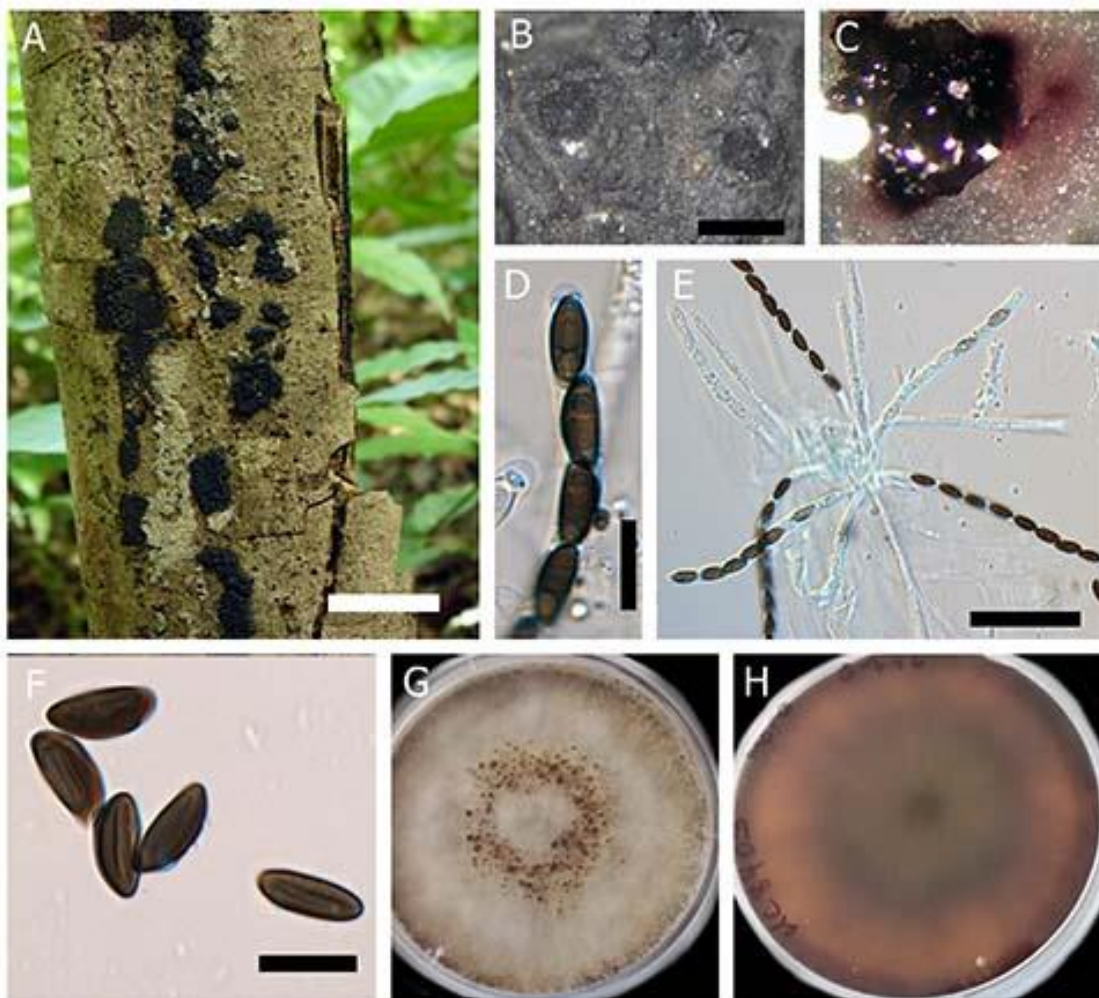


Figura 3. Fotografías de *Annulohypoxyton moriforme* var. *microdiscus*. A) Estroma, B) Ostiolo, C) Pigmentos extraídos con KOH 10%, D) Poro apical amiloide, E) Ascas, F) Ascosporas, G) Vista superior del cultivo en PDA, H) Vista del envés del cultivo en PDA. Escalas: A) 1 cm, B) 0.2 mm, D) 10 μ m, E) 40 μ m, F) 10 μ m.

Jackrogersella sp. L. Wendt, Kuhnert & M. Stadler

Estroma: semiesférico a esférico, sésil, ostiolos apenas visibles a simple vista, 0.3-1.7 cm de largo x 0.2-1 cm de ancho x 0.2 cm de alto (n=5), superficie de color chocolate oscuro; pigmentos extraíbles chocolate oscuro (60), vinaceo oscuro (82), oliva (65) con KOH 10%. **Peritecio:** ovalado, 0.48-0.65 mm de ancho x 0.6-0.84 mm de altura (n=7). **Ostiolo:** más alto que la superficie, papilado. **Ascas:** 115.8-161.4 μ m de largo x 5.5-6 μ m

de ancho (n=4), poro apical amiloide de 1-2 μm de alto x 2-3 μm de ancho (n=8).

Ascospora: chocolate claro, unicelular, elipsoide, lisa, con extremos redondas, 8-11 x 4-5 μm (n=33), con línea germinal menor del largo de la espota, perisporio no dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: observado a los 10 días de crecido en PDA, forma micelio blanco, aéreo, algodonoso, bordes no definidos; el envés con centro marrón.

Especímenes examinados: Chiriquí, Parque Internacional la Amistad, latitud 8°53'39.3" longitud 82°36'57.3", sobre tronco muerto, 27 de marzo 2016, M. Cedeño MC56; latitud 8°53'38.5" longitud 82°36'59.5", sobre tronco muerto, 27 de marzo 2016, M. Cedeño MC57; latitud 8°53'34.2" longitud 82°36'52.5", 4 de agosto 2016, sobre tronco muerto, M. Cedeño MC87. Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú, latitud 8°50'42.7" longitud 82°31'56.2", sobre tronco muerto, 23 de abril del 2016, M. Cedeño MC60, latitud 8°50'42.3" longitud 82°31'55.6", sobre tronco muerto, 23 de abril del 2016, M. Cedeño MC64.

Características distintivas: los especímenes colectados se diferencian de *J. multiformis* por presentar un perisporio dehiscente en KOH 10% y el poro apical más alto y ancho. Y se diferencia de *J. multiformis* var. *Alaskense*, en tener esporas de menor tamaño. Sin embargo, los datos moleculares indican que los especímenes MC60 y MC64 son más cercanos a *J. multiformis* var. *alaskense*.

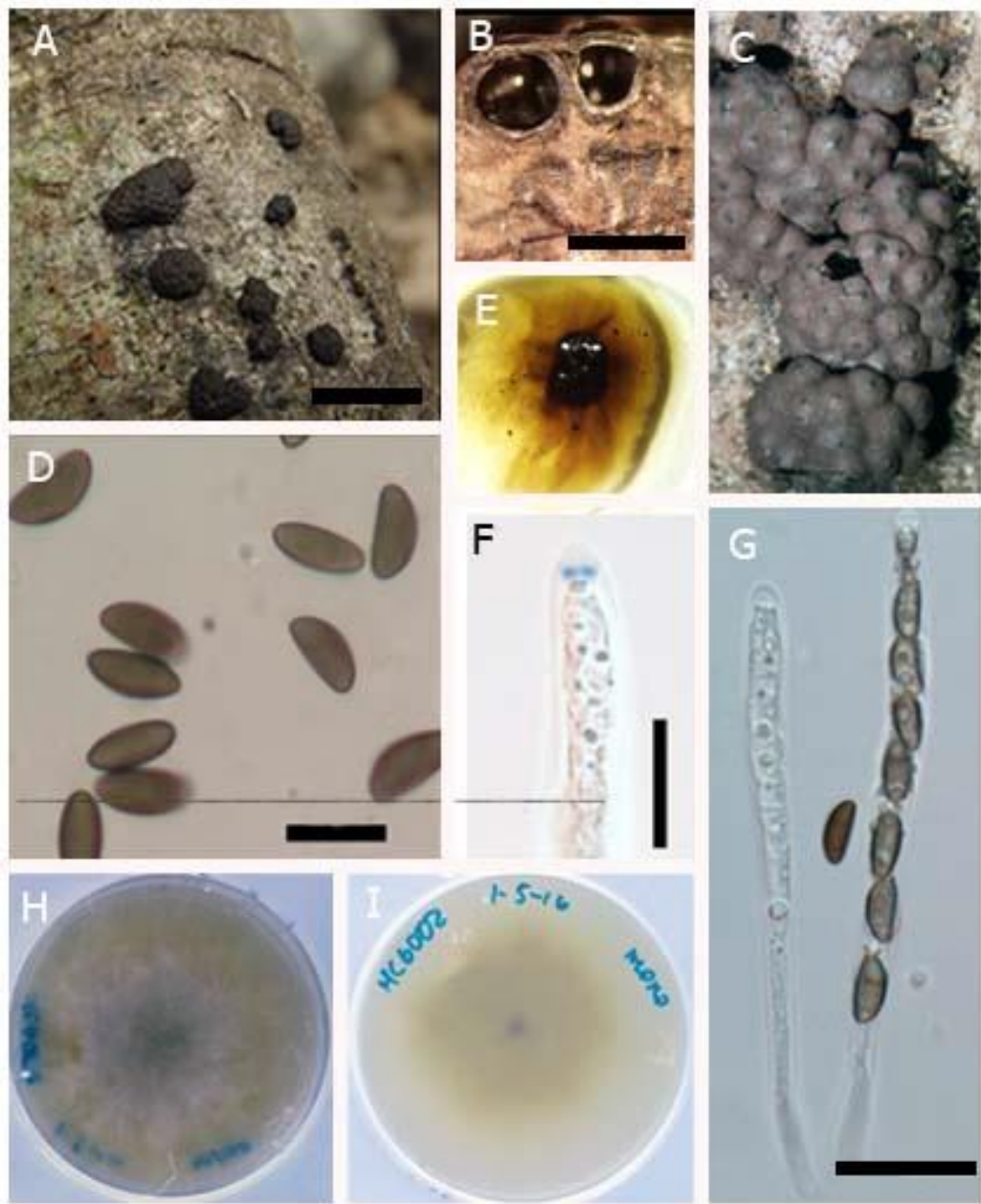


Figura 4. Fotografías de *Jackrogersella* sp. A) Estroma, B) Corte transversal del peritecio, C) Ostiolo papilado, D) Ascosporas, E) Pigmentos extraíbles del estroma con KOH 10%, F) Poro apical amiloide, G) Ascas, H) Vista superior del cultivo en PDA, I) Vista del envés del cultivo en PDA. Escalas: A) 1 cm, D) y F) 10µm, G) 10µm.

Annulohypoxyton stygium (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh

Estroma: pulvinado, sésil, ostiolas no visibles a simple vista, 1.5 - 4.1 cm de largo x 0.5 - 1 cm de ancho (n=7), superficie de color negro oscuro, de consistencia carbonosa; pigmentos extraíbles de color oliváceo (90), verde lima (88) con KOH 10%. **Ostiolo:** ligeramente arriba de la superficie, papilado. **Ascas:** no se encontró. **Ascosporas:** chocolate claro, unicelular, elipsoide, lisa, 5.8 - 6.6 x 2.5 - 3 μ m, con línea germinal menor del largo de la espóra, línea germinal del lado plano de la espóra, perisporio dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: observado a 10 días de crecido en PDA, forma micelio blanco, aéreo, algodonoso; el envés con centro marrón claro.

Especímenes examinados: Panamá, Parque Nacional Soberanía, Camino Plantación, latitud 9°04'37.9" longitud 79°39'34.8", sobre tronco o rama muerta, 13 de mayo del 2016, M. Cedeño MC71. Panamá, Parque Natural Metropolitano, sobre rama muerta, 20 de junio del 2016, M. Cedeño MC82. Chiriquí, Sortová, latitud 8°34'09.3" longitud 82°39'25.9", sobre tronco, 5 de agosto del 2016, M. Cedeño MC92.

Características distintivas: Se observó que las ascosporas presentan la línea germinal en el lado plano de la ascospóra. Esta característica es una de las consideradas por Ju & Rogers (1996) como distintiva para la especie.

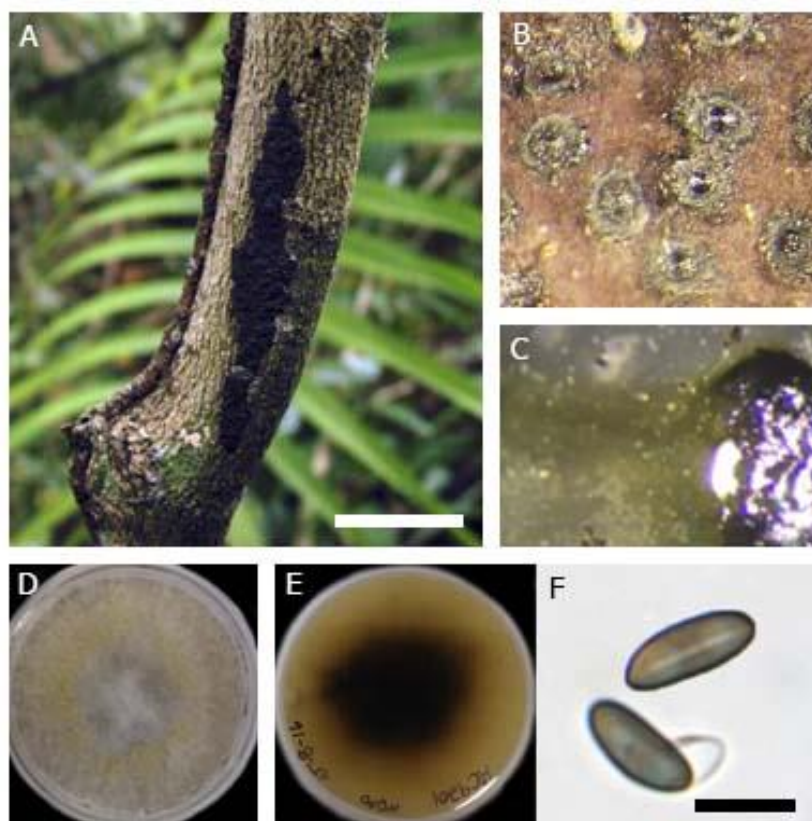


Figura 5. Fotografías de *Annulohypoxylon stigyum*. A) Estroma, B) Ostiolo, C) Pigmentos extraíbles con KOH 10%, D) Vista superior del cultivo en PDA, E) Vista del envés del cultivo en PDA, F) Ascosporas. Escalas: A) 2 cm, F) 5 µm.

Daldinia eschscholtzii (Ehrenb.) Rehm

Estroma: globoso, sésil, ostiolos no visibles a simple vista, 1.3-4.5 cm de largo x 1.2-4 cm de ancho (n=4), consistencia correosa; tejido de color negro debajo y rodeando los peritecios, de 0.5-1.6 cm de alto, con líneas concéntricas bien definidas; pigmentos extraíbles de color violeta (31) con KOH 10%, después de 1 minuto, aproximadamente.

Peritecio: tubular, 0.4-0.6 mm de ancho x 1 mm de altura (n=10). **Ascas:** 100-108 µm de largo x 7-8 µm de ancho (n=2). **Ascospora:** chocolate oscuro, unicelular, elipsoide, lisa, con extremos redondos, 11-14.7 x 5-6.7 µm (n=37), con línea germinal menor que el largo de la espota, perisporio dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: observado a los diez días de crecido, en PDA forma micelio blanco, aéreo, algodónoso; el envés es blanco con centro marrón.

Espécimen examinado: Chiriquí, Sortová, latitud 8°34'08.9" longitud 82°39'25.9", sobre tronco muerto de *Citrus sinensis*, 5 de agosto del 2016, M. Cedeño MC91.

Características distintivas: esta especie se distingue por tener cuerpos fructíferos globosos con zonas concéntricas en el estroma, se diferencia de *D. concentrica* por presentar ascosporas de menor tamaño.

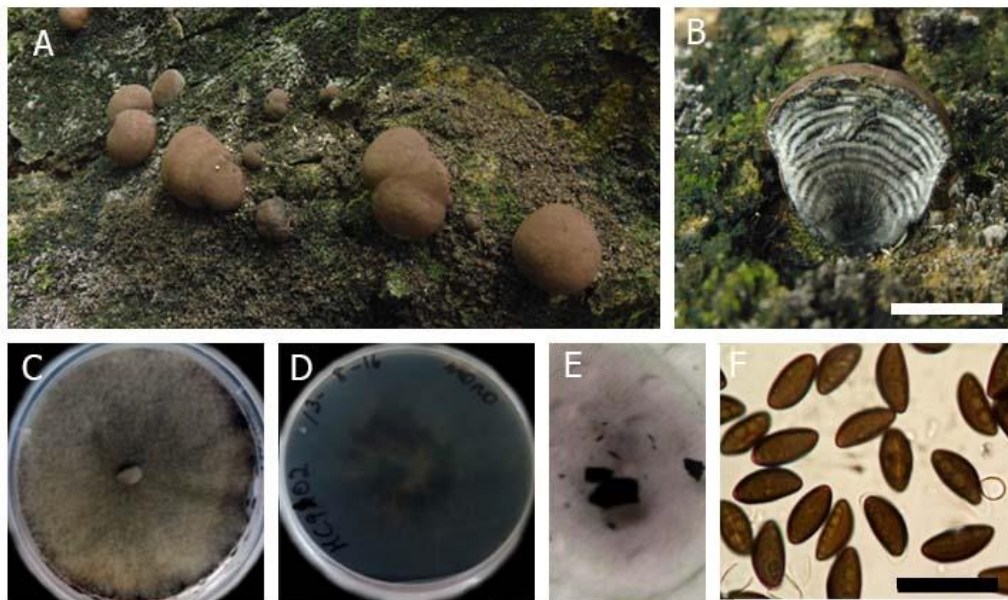


Figura 6. Fotografías de *Daldinia eschscholtzii*. A) Estroma, B) Corte transversal del peritecio, C) Vista superior del cultivo en PDA, D) Vista del envés del cultivo en PDA, E) Pigmentos extraíbles del estroma con KOH 10%, F) Ascosporas con perisporio dehiscente en KOH 10 %. Escalas: B) 1 cm y F) 20µm.

Daldinia plancentiformis (Berk. & M.A. Curtis) Theiss.

La identificación de este espécimen se realizó por medio de técnicas moleculares, debido que el estroma colectado era joven y no presentaba las estructuras morfológicas para la

identificación. El cultivo fue obtenido a partir de tejido del estroma. Se amplió el locus ITS y parte del gen β -Tubulina.

Estroma: efuso-pulvinado, sésil, ostiolos no visibles a simple vista, rojo vino (6), oxido (39); con gránulos naranja debajo de la superficie; pigmentos extraíbles de color violeta claro (31), después de 3 minutos, con KOH 10%.

Cultivo: En PDA cubre el plato a los diez días, micelio blanco; envés con pigmento marrón oscuro en el centro y crema en los bordes.

Espécimen examinado: Chiriquí, Sortová, latitud 8°34'10.0" longitud 82°39'26.7", sobre tronco muerto de *Citrus sinensis*, colectado 5 de agosto del 2016, M. Cedeño MC94.

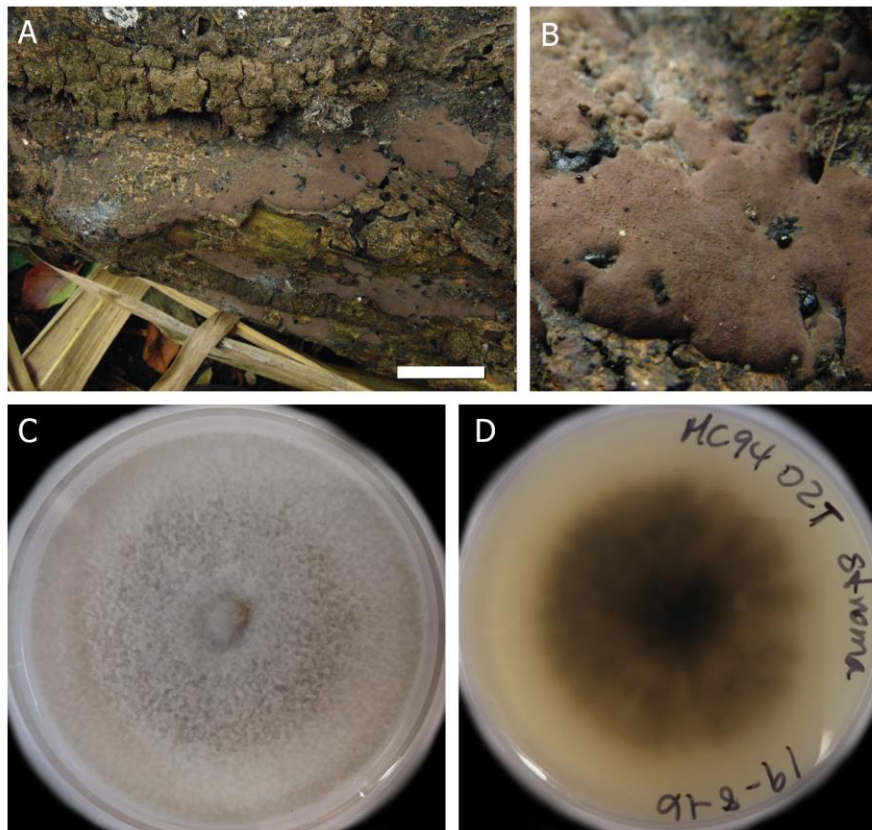


Figura 7. Fotografías de *Daldinia placentiformis*. A) Estroma, B) Ostiolo no visible a simple vista, C) Vista superior del cultivo en PDA, D) Vista del envés del cultivo en PDA. Escalas: A) 5 cm

Hypoxylon bellicolor sp. nov. nom. prov.

Etimología: Referente al color del estroma

Estroma: efuso-pulvinado, sésil, ostiolos visibles a simple vista, 0.4-1.4 cm de largo x 0.4-0.7 cm de ancho (n=3), superficie de color leonado (43), oxido (39); con gránulos naranja debajo de la superficie; pigmentos extraíbles de color tierra siena (8), rojo vino (6) con KOH 10%. **Peritecio:** ovalado, 0.1-0.2 mm de ancho x 0.2 -0.3 mm de altura (n=6). **Ostiolo:** abajo de la superficie, umbilicado. **Ascas:** no se encontraron. **Ascospora:** chocolate oscuro, unicelular, elipsoide, lisa, 10-12 x 4-6 μ m (n=13), con línea germinal menor del largo de la espota, perisporio dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: en PDA, micelio blanco; envés con pigmento marrón oscuro con zonas concéntricas.

Espécimen examinado: Chiriquí, La Concepción, latitud 09°14'59.2" longitud 079°41'32.8", sobre tronco muerto de dicotiledónea, 9 de febrero del 2016, M. Cedeño MC36.

Características distintivas: Estroma efuso-pulvinado, de color leonado (43), oxido (39), pigmentos extraídos con KOH 10% de color tierra siena (8) o rojo vino (6), forma ovalado del peritecio y el tamaño de las ascosporas (10-12 x 4-6 μ m).



Figura 8. Fotografías de *Hypoxylon bellicolor* sp. nov. nom. prov. A) Estroma, B) Ostiolo, C) Corte transversal del peritecio, D) Cultivo en PDA, E) Pigmentos extraíbles del estroma con KOH 10%, F) Ascosporas con perisporio dehiscente en KOH 10%. Escalas: A) 5 mm, B) 2 mm, C) 0.5 mm, F) 10µm.

Hypoxylon baruensis sp. nov. nom. prov.

Etimología: Referente al sitio en el cual fue colectado por primera vez, Parque Nacional Volcán Barú.

Estroma: efuso-pulvinado, sésil, ostiolos no visibles a simple vista, 0.3-1.7 cm de largo x 0.2-1.3 cm de ancho x 0.2 cm de grueso, superficie de color oxido (39), color sangre (3); con gránulos naranja debajo de la superficie y entre los peritecios; pigmentos

extraíbles de color tierra siena (8), ocre oscuro (9) o rojo vino (6) con KOH 10%.

Peritecio: ovalado a tubular, 0.5-0.6 mm de altura x 0.3 mm de ancho (n=6). **Ostiolo:** abajo de la superficie. **Ascas:** 120-157 μm de largo x 5-7 μm de ancho (n=6), poro apical amiloide, 1-1.4 μm de ancho x 2-3.6 μm de alto (n=5). **Ascospora:** chocolate oscuro, unicelular, elipsoide, lisa, 10-15 x 5-7.6 μm (n=50), con línea germinal del largo de la espora, muy evidente, perisporio no dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: en PDA forma micelio verdoso, bordes no definidos; el envés con centro verde oscuro.

Espécimen examinado: Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú, sendero los Quetzales, latitud 8°50'47.5" longitud 82°31'47.9, sobre tronco de árbol muerto, 23 de abril del 2016, M. Cedeño MC66.

Características distintivas: Estroma de 0.3 - 17 mm de largo x 2 - 13 mm de ancho x 2 mm de espesor, de color oxido (39), color sangre (3), asca con apical amiloide de 1-1.4 μm de alto x 2-3.6 μm de ancho y ascosporas 10-15 x 5-7 μm con perispora lisa indehiscente en KOH 10%.

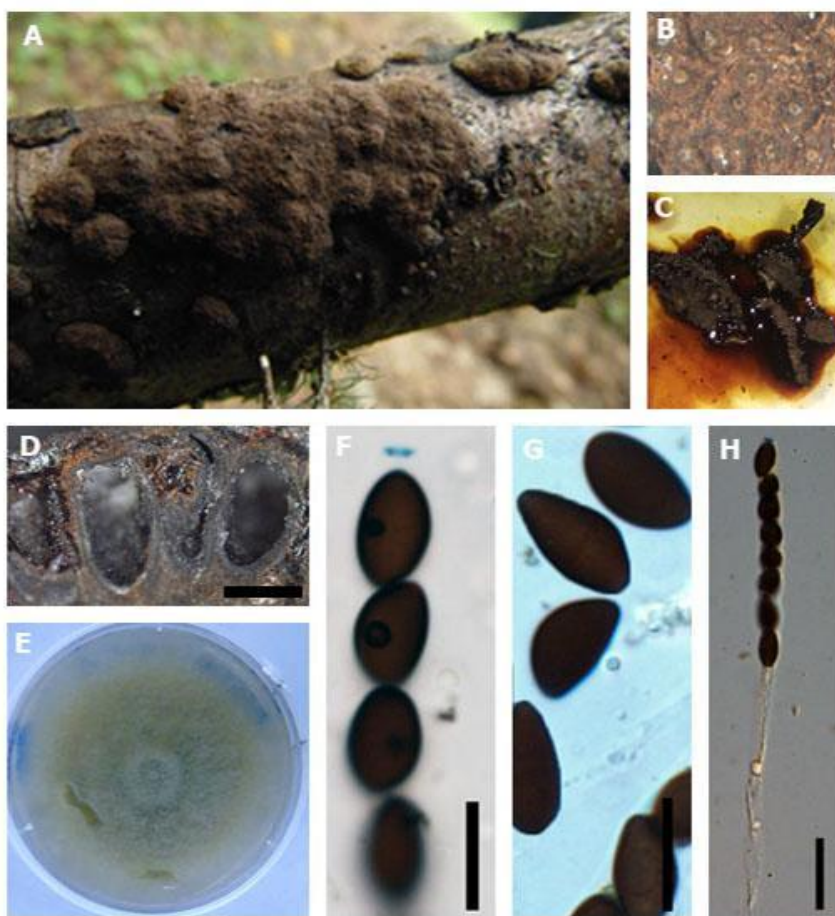


Figura 9. Fotografías de *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom. prov. A) Estroma, B) Ostiolo, C) Pigmentos extraíbles del estroma con KOH 10%, D) Corte transversal del peritecio, E) Cultivo en PDA, F) Anillo apical amiloide, G) Ascosporas, H) Ascas. Escalas: D) 0.3 mm, E) 10 µm, G) 10 µm y F) 20µm

Hypoxylon sp. Bull.

Estroma: efuso-pulvinado, sésil, ostiolos a penas visibles a simple vista, 1-7.3cm de largo x 0.6-2 cm de ancho (n=6), superficie de color oxido (39), color sangre (3); pigmentos extraíbles oliváceo (48), oliva (65) con KOH 10%. **Peritecio:** ovalado, 0.2-0.3 mm de ancho x 0.2 -0.3 mm de altura (n=6). **Ostiolo:** abajo de la superficie, se expone 1/3 cuando viejo. **Ascas:** 149-193 µm de largo x 6-9 µm de ancho (n=5), poro apical amiloide, 1 µm de alto x 3 µm de largo (n=8). **Ascospora:** chocolate, unicelular,

elipsoide, lisa, 13-16 x 5-6 μm (n=13), con línea germinal menor del largo de la espora, perisporio no dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: no se obtuvo cultivo de este espécimen.

Espécimen examinado: Chiriquí, Sortová, latitud 8°34'08.9" y longitud 82°39'25.9", sobre tronco muerto de *Citrus sinensis*, 9 de noviembre del 2016, M. Cedeño MC98.

Características distintivas: Especimen de color oxido (39), color sangre (3); ostiolos umbilicados, cuando viejos se expone 1/3; poro apical 1 μm de alto x 3 μm de largo; perisporio no dehiscente. Este conjunto de características morfológicas no permitió identificar la muestra utilizando la clave de Ju & Rogers, 1996. Además no se pudo extraer ADN, por lo que no se pudo identificar el espécimen hasta especie.

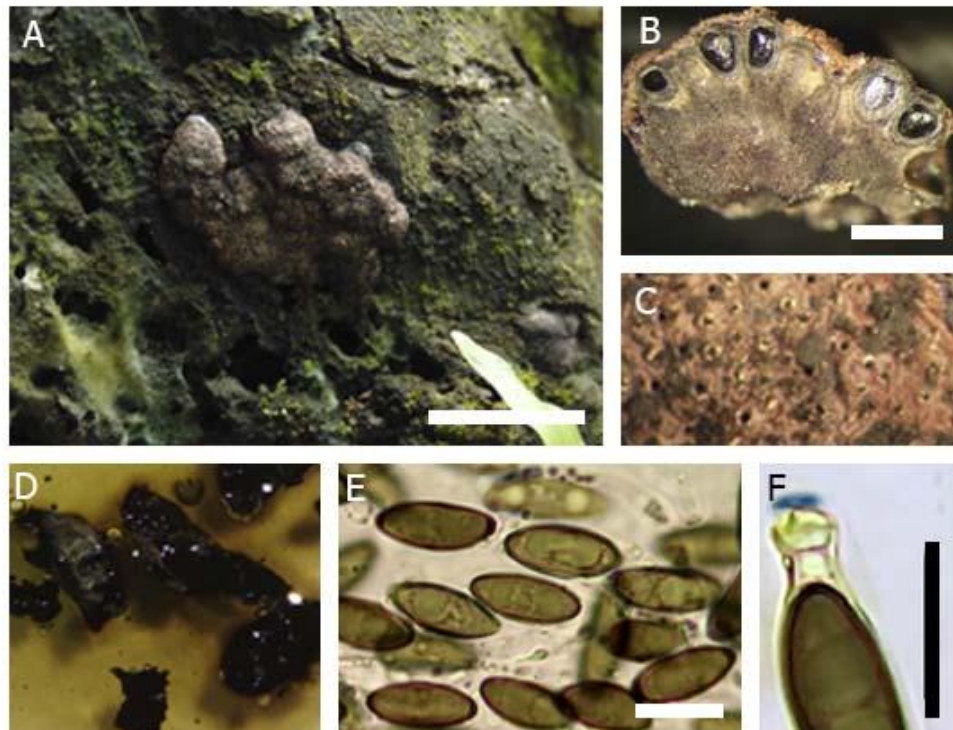


Figura 10. Fotografías de *Hypoxylon* sp. A) Estroma, B) Corte transversal de peritecio, C) Ostiolo D) Pigmentos extraíbles con KOH 10%, E) Ascosporas, F) Poro apical amiloide. Escalas: A) 2 cm, B) 0.5 mm, E) 10 μm y F) 10 μm .

Hypoxylon sporistriatunica sp. nov. nom. prov.

Etimología: Hace referencia a la presencia de perisporio estriado.

Estroma: semiesférico a esférico, sésil, ostiolos visibles a simple vista, 0.2-0.3 cm de largo x 0.2-0.4 cm de ancho, superficie de color pardo claro (87), con gránulos naranja debajo de la superficie, tejido de color negro debajo y rodeando los peritecios; pigmentos extraíbles de color amarillo oscuro (12), tierra siena (8), rojo vino (6), óxido (39) con KOH 10%. **Peritecio:** ovalado, 0.3-0.4 mm de ancho x 0.4 -0.5 mm de altura (n=8).

Ostiole: ligeramente arriba de la superficie, con un pequeño anillo alrededor del ostiole.

Ascas: 92-140 µm de largo x 7- 9 µm de ancho (n=18), poro apical amiloide, 2.7-3 µm de largo x 0.8-1.1 µm de ancho (n=10). **Ascospora:** chocolate oscuro, unicelular, elipsoide, lisa, con extremos redondos, 11-13 x 6-7 µm (n=50), con línea germinal casi del largo de la espore, perisporio estriado dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: en PDA forma micelio blanco, superficial, bordes definidos; el envés blanco con centro marrón.

Especímenes examinados: Chiriquí, Parque Internacional la Amistad, latitud 8°53'39.4" longitud 82°36'55", sobre tronco de árbol muerto, 27 de marzo del 2016, M. Cedeño MC50. Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú, sendero los Quetzales, latitud 8°50'50.3" longitud 82°31'39.6", sobre tronco de árbol muerto, 23 de abril del 2016, M. Cedeño MC63.

Características distintivas: estroma semiesférico a esférico, tejido de color negro debajo y rodeando los peritecios; ostiole ligeramente arriba de la superficie, con un pequeño anillo alrededor del ostiole; ascosporas con perisporio estriado dehiscente con KOH 10%.

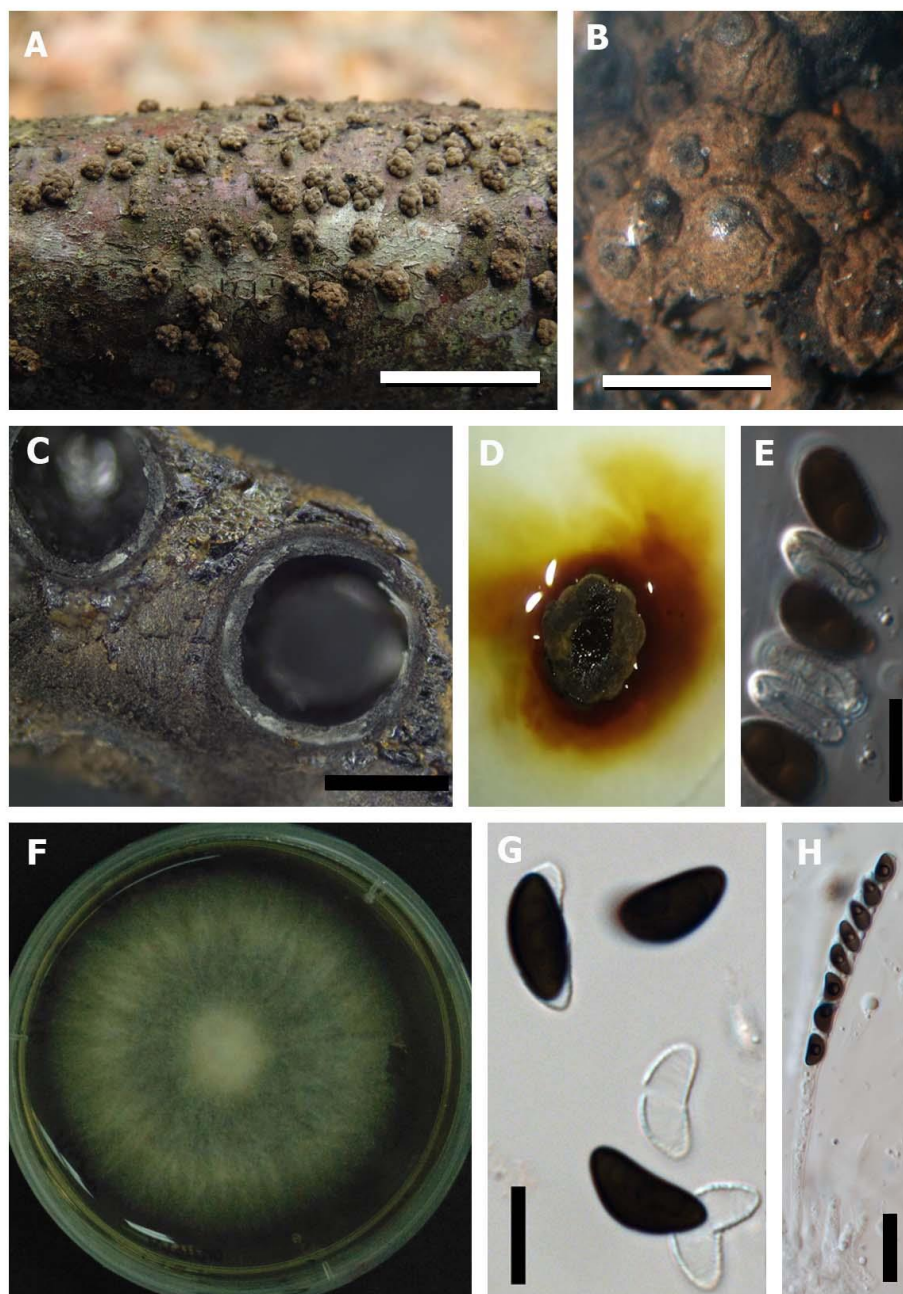


Figura 11. Fotografías de *Hypoxylon sporistriatunica* sp. nov. nom. prov. A) Estroma, B) Ostiolo, C) Corte transversal del peritecio, D) Pigmentos extraíbles del estroma con KOH 10%, E) Ascosporas con perispora estriada, F) Vista superior del cultivo en PDA, G) Perisporio dehiscente en KOH 10%, H) Asca. Escalas: A) 1cm, B) 1 mm, C) 0.2 mm, E) 10 µm, G) 10 µm y H) 20µm

Hypoxylon cinnabarinum Bull.

Estroma: esfuso-pulvinado, sésil, 1-3 cm de largo x 0.7-1.8 cm de ancho (n=8), ostiolos apenas visibles a simple vista, naranja (7) en la parte de los ostiolos, con bordes estériles de color crema (10), gránulos naranjas debajo de la superficie rodeando los peritecios y una línea de gránulos blanco debajo de los peritecios, tejido de color negro debajo del peritecio; pigmentos extraíbles de color naranja (7) con KOH 10%. **Peritecio:** ovalado a elongado, 0.32 – 0.43 mm de ancho x 0.46 – 0.6 mm de altura (n=8). **Ostiole:** más bajo que la superficie. **Ascas:** 144-160 µm de largo x 7- 10 µm de ancho (n=6), poro apical amiloide, 1 µm de alto x 3-4 µm de ancho (n=7). **Ascospora:** chocolate oscuro, unicelular, elipsoide, lisa, 11-13 x 6-7 µm (n=17), con línea germinal casi del largo de la espora, perisporio indehisciente con KOH 10%.

Cultivo: en PDA forma micelio blanco por arriba; envés de color verdoso.

Especímenes examinados: Chiriquí, Sortová, latitud 8°34'08.9" longitud 82°39'25.9", sobre tronco muerto de *Citrus sinensis*, 5 de agosto del 2016, M. Cedeño MC90. Chiriquí, Divala, creciendo sobre ramas muertas de un árbol vivo de *Citrus sinensis*, 9 de noviembre del 2016 M. Cedeño MC 97.

Características distintivas: Los especímenes colectados presentan ascosporas indehiscientes en KOH 10% y estroma efuso-pulvinado con tejido de color negro debajo de los peritecios. Estas características corresponden con los especímenes examinados en Ju & Rogers (1996).

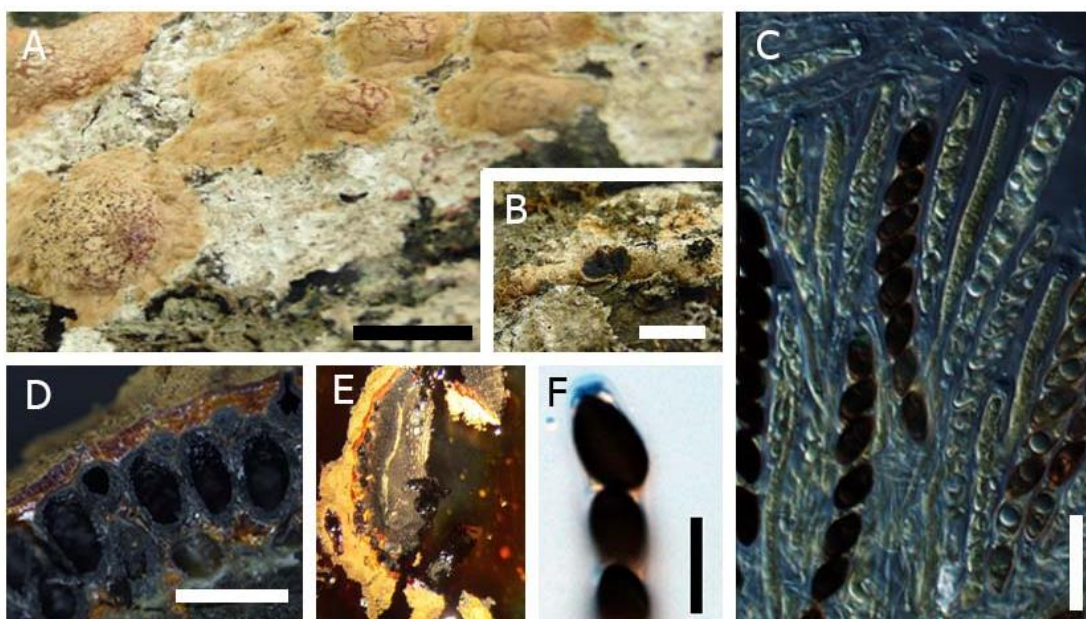


Figura 12. Fotografías de *Hypoxylon cinnabarinum*. A) Estroma, B) Corte transversal del estroma, C) Ascas, D) Corte transversal de los peritecios, E) Pigmento extraíble con KOH 10%; F) Poro apical. Escalas: A) 2 cm, B) 1 cm, C) 20 μ m D) 0.5 cm, F) 10 μ m.

Hypoxylon haematostroma Mont.

Estroma: efuso pulvinado, sésil, 0.3-1.7 cm de largo x 0.2-1.3 cm de ancho x 0.2 cm de grueso, ostiolo no visibles a simple vista, superficie de color tierra siena (8); pigmentos extraíbles color naranja (7), scarlet (5) con KOH 10%. **Peritecio:** tubular, 0.5 mm de ancho x 2 mm de altura (n=11). **Ostiolo:** debajo de la superficie **Ascas:** no se encontró. **Ascospora:** chocolate, unicelular, elipsoide, lisa, 15-18 x 6-7 μ m (n=11), con línea germinal del largo de la espota, perisporio dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: en PDA forma micelio blanco, bordes no definidos; el envés con centro marrón.

Espécimen examinado: Panamá, Parque Nacional Soberanía, sendero el Charco, sobre tronco muerto de dicotiledónea, 30 de enero del 2016, M. Cedeño MC34.

Características distintivas: Esta especie se diferencia de otras especies de *Hypoxylon* por tener los peritecios de forma tubular y por presentar gránulos de color rojos o

naranjas debajo de la superficie (Ju & Rogers, 1996). Ambas características morfológicas están presentes en el espécimen examinado.

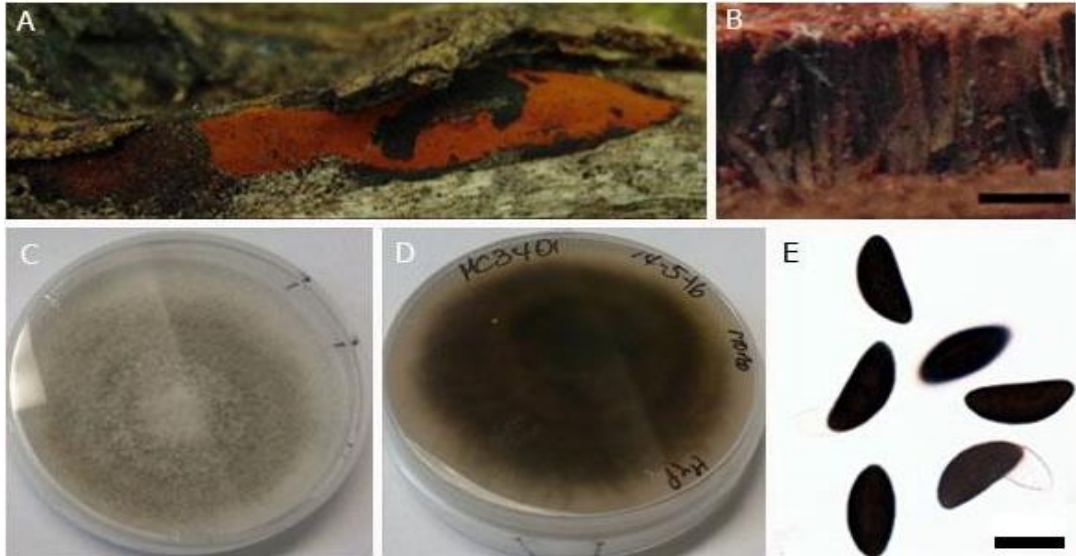


Figura 13. Fotografías de *Hypoxylon haematostroma*. A) Estroma, B) Peritecios tubulares, C) Vista superior del cultivo en PDA, D) Vista del envés del cultivo en PDA, E) Ascosporas, con perisporio dehiscente en KOH 10%. Escalas: B) 1 mm, E) 10 µm

Hypoxylon howeanum Peck

Estroma: semiesférico a esférico, sésil, 5.5 mm de largo x 4 mm ancho x 2.7 mm de alto (n=10), ostiols apenas visibles a simple vista, superficie de color leonado (43), oxidado (39), con gránulos naranja debajo de la superficie, tejido de color negro debajo del peritecio, homogéneo; pigmentos extraíbles de color naranja (7) o oxidado (39) con KOH 10%. **Peritecio:** ovalado, 0.2-0.3 mm de ancho x 0.4 mm de altura (n=10) **Ostiolo:** más bajo que la superficie. **Ascas:** 103–150 µm de largo x 4.5-6 µm de ancho (n=5), poro apical amiloide, reducido, 0.28-0.3 µm de alto x 1.5-1.8 µm de ancho (n=8). **Ascospora:** chocolate, unicelular, elipsoide, lisa, con extremos redondos, 8-9 x 4-5 µm (n=17), con línea germinal del largo de la espóra, perisporio dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: en PDA forma micelio blanco, tornándose de color verdoso en el centro, cuando viejo; el envés con centro verde oscuro y bordes crema oscuro.

Especímenes examinados: Chiriquí, Parque Nacional Volcán Barú, Sendero los Quetzales, latitud 8°50'50.4" longitud 82°31'39.5", sobre rama muerta de *Alnus* sp, 23 de abril del 2016, M. Cedeño MC62; latitud 8°50'46.7" longitud 82°31'50.9", sobre rama muerta de *Alnus* sp, 23 de abril del 2016, M. Cedeño MC65.

Características distintivas: Esta especie junto con *H. fragiforme* se caracterizan por tener gránulos de color naranja rojizo debajo de la superficie, y de color blanco rodeando los peritecios. Se diferencia de *H. fragiforme* por presentar ascosporas de menor tamaño (Ju & Rogers, 1996). Los especímenes examinados sí presentaban ascosporas de menor tamaño que *H. fragiforme*, sin embargo, no se les observó gránulos de color blanco rodeando los peritecios.

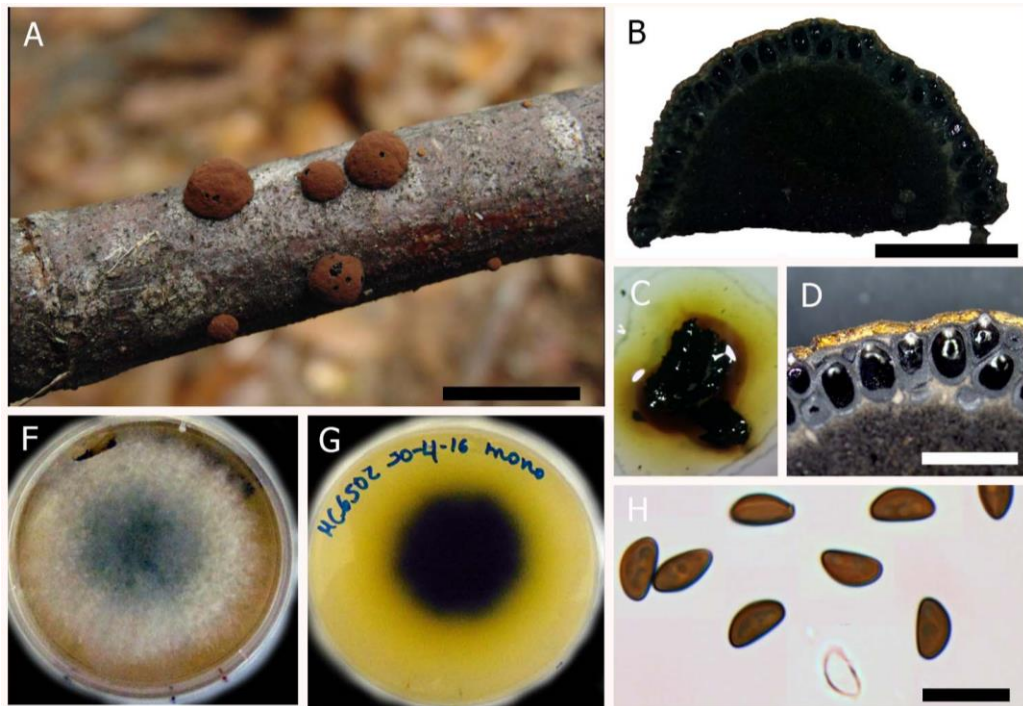


Figura 14. Fotografías de *Hypoxylon howeanum*. A) Estroma, B) Corte transversal del estroma, C) Pigmentos extraídos con KOH 10%, D) Peritecios, F) Vista superior del cultivo en PDA, G) Vista del envés del cultivo en PDA, H) Ascosporas con perisporio dehiscente con KOH 10%. Escalas: A) 1 cm, B) 2 mm, D) 0.2 mm, H) 10 μ m

Hypoxylon monticulosum Mont.

Estroma: plano, sésil, ostiolos apenas visibles a simple vista, 6 cm de largo x 2.8 cm de ancho (n=1), superficie de color violeta oscuro (82); sin pigmentos extraíbles con KOH 10%. **Peritecio:** ovalado, 0.18-0.26 mm de ancho x 0.33 - 0.42 mm de altura (n=8).

Ostiole: más bajo que la superficie. **Ascas:** no se encontró. **Ascospora:** chocolate claro, unicelular, elipsoide, lisa, con extremos redondos, 7.3-9 x 3-5 μ m (n=20), con línea germinal casi del largo de la espóra, perisporio dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: en PDA, micelio blanco, con poco micelio por arriba; envés blanco con el centro crema.

Espécimen examinado: Panamá, Parque Nacional Soberanía, Camino del Oleoducto, sobre tronco muerto, 8 de agosto del 2015, M. Cedeño MC21.

Características distintivas: Se diferencia de *H. submonticulosum* por presentar ascosporas con línea germinal casi del largo de la espora, perisporio dehiscente en KOH% (Ju & Rogers, 1996). *Hypoxylon monticulosum* presenta ostiolos arriba de la superficie del estroma, característica que no comparte con el espécimen examinado, pero si comparten el rango del tamaño de la espora y la falta de presencia de pigmentos en el estroma con KOH 10%.

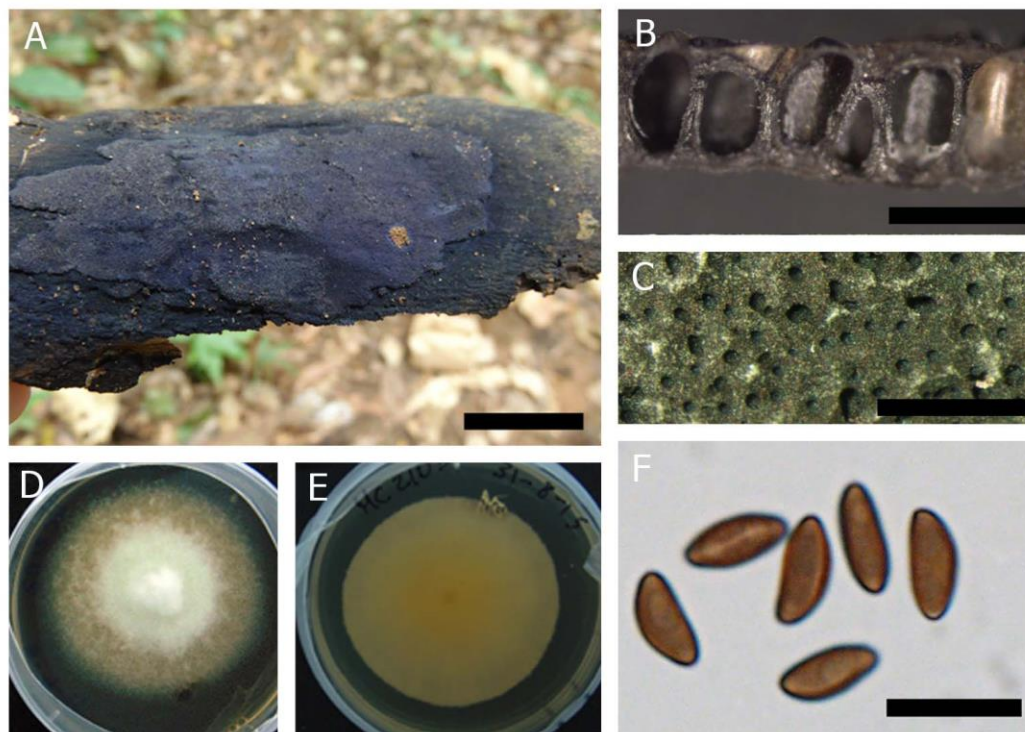


Figura 15. Fotografías de *Hypoxylon monticulosum*. A) Estroma, B) Corte transversal del peritecio, C) masa de ascosporas, D) Vista superior del cultivo en PDA, E) Vista del envés del cultivo en PDA, F) Ascosporas. Escalas: B) 2 cm, B) 1 mm C) 20 μ m, F) 10 μ m.

Stilbohypoxyton quisquiliarum (Mont.) J. D. Rogers & Y.-M. Ju

Estroma: subgloboso a globoso, sésil, 0.8-1 mm de alto x 1-1.3 mm de ancho (n=12), superficie de color negro oscuro, de consistencia carbonosa, con escamas amarillas (cuerpo fructífero maduro). **Ostiolo:** arriba de la superficie, papilado. **Ascas:** no se encontraron. **Ascospora:** chocolate oscuro, unicelular, lisa, 26-31 x 12-15 μm (n=8), línea germinal en espiral sobre toda la ascospora, perisporio no dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: no se obtuvo cultivo de este espécimen.

Espécimen examinado: Panamá, Parque Nacional Soberanía, sendero el Oleoducto, sobre tronco muerto, 8 de agosto del 2015, M. Cedeño MC15.

Características distintivas: Esta especie se distingue por presentar escamas amarillas en los estromas maduros y línea germinal en espiral del largo de la espora (Petrini, 2004). Al espécimen examinado no se le observaron, de forma clara, las escamas ya que los cuerpos fructíferos estaban viejos, pero sí la línea germinal en espiral del largo de la espora. Además, esta especie se diferencia de *S. macrosporum* por tener ascosporas de menor tamaño.

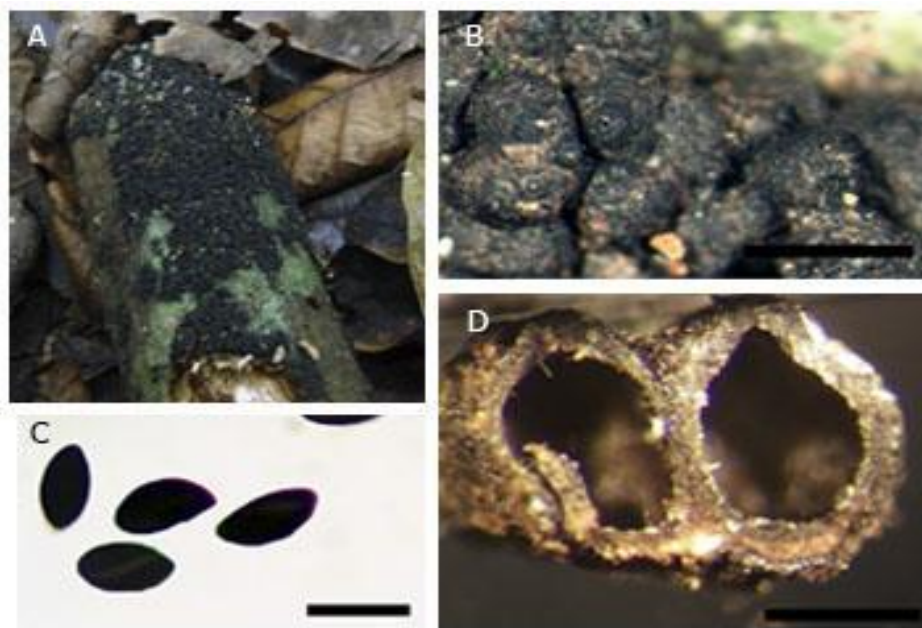


Figura 16. Fotografías de *Stilbohypoxyton quisquiliarum*. A) Estroma, B) Ostiolo, C) Ascosporas, D) Peritecio. Escalas: B) 1 mm, C) 20 µm, D) 0.5 mm.

Phylacia sagrana Mont.

Estroma: subesfericas, sésil, 3-5 mm de largo x 0.2-0.4 mm de ancho (n=16), superficie color negro, de consistencia carbonosa, delicada. **Peritecio:** tubulares, 1-2 mm de altura x 0.3-0.4 mm de ancho (n=15). **Ascospora:** chocolate claro, unicelular, cilíndrica-elipsoide, lisa, 10-11.8 x 4.5-5 µm (n=42).

Cultivo: observado a diez días de crecido en PDA, micelio de color oscuro, con poco micelio, crecimiento irregular; envés de color marrón o verde oscuro.

Especímenes examinados: Chiriquí, Sortová, latitud 8°34'05.04" longitud 082°39'27.1", sobre tronco muerto, 1 de enero del 2016, M. Cedeño MC27; latitud 8°34'05.04" longitud 082°39'27.1", sobre tronco muerto, 9 de febrero del 2016, M. Cedeño MC37. Panamá, Parque Nacional Soberanía, sendero el Charco, 30 de enero 2016, sobre tronco

muerto, M. Cedeño MC30; sobre tronco muerto, 30 de enero 2016, M. Cedeño MC33; en sendero Plantación, sobre tronco muerto, 12 de marzo del 2016, M. Cedeño MC47.

Características distintivas: Algunas de las características distintivas de la especie es el presentar un estroma globoso, delicados y ascosporas de color marrón claras. Todas estas características están presentes en los especímenes colectados.

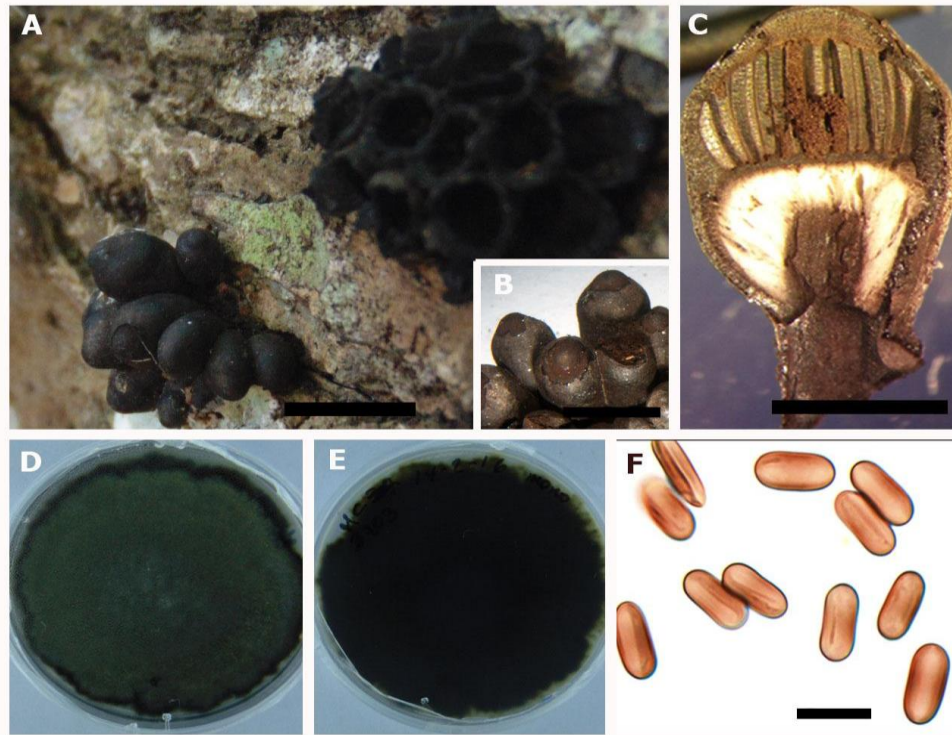


Figura 17. Fotografías de *Phylacia sagrana*. A) Estroma, B) Apertura del estroma, C) Peritecio, D) Vista superior del cultivo en PDA, E) Vista del envés del cultivo en PDA, F) Ascosporas. Escalas: A) 1 cm, B) 5 mm, C) 1 mm y F) 10 µm.

Stilbohypoxyton macrosporum Hladki y A.I. Romero

Estroma: subgloboso a globoso, sésil, 2 mm de alto x 1.7 mm de ancho (n=2), superficie de color negro, de consistencia carbonosa. **Ostiolo:** arriba de la superficie, papilado. **Peritecio:** 1-2.1 de alto x 1-2.1 de ancho (n=5). **Ascas:** no se encontraron. **Ascospora:**

chocolate oscuro, unicelular, lisa, 35-43.4 x 12-18 μm (n=11), línea germinal en espiral sobre toda la ascospora, perisporio no dehiscente con KOH 10%.

Cultivo: no se obtuvo cultivo de este espécimen.

Espécimen examinado: Panamá, Parque Nacional Soberanía, sendero el Charco, sobre rama en descomposición, 30 de enero del 2016, M. Cedeño MC28.

Características distintivas: Esta especie se distingue por presentar la línea germinal en espiral alrededor de toda la espora (Petrini, 2004). Se diferencia *S. quisquiliarum* por presentar ascosporas de mayor tamaño.

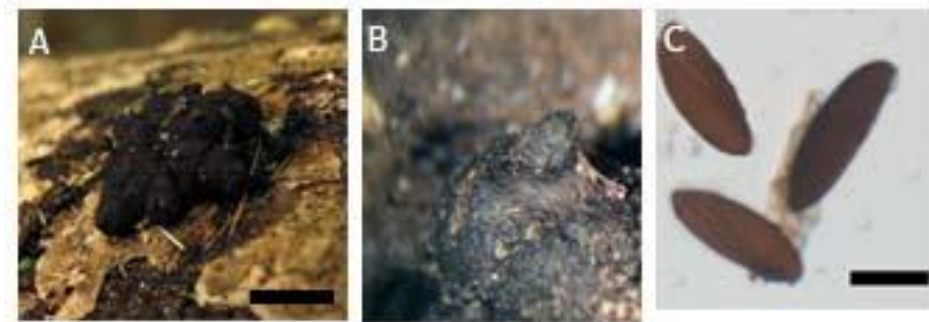


Figura 18. Fotografías de *Stilbohypoxylon macrosporum*. A) Estroma, B) Ostiolo, C) Ascosporas. Escalas: B) 5 mm, C) 20 μm .

Hypoxylon fendleri Berk. ex. Cooke

Estroma: efuso-pulvinado, sésil, 3 cm de largo x 0.7 cm de ancho (n=1), ostiolo apenas visible a simple vista, superficie de color leonado (43), oxido (39), con gránulos naranja debajo de la superficie; pigmentos extraíbles color oxido (39) con KOH 10%. **Ostiolo:** más bajo que la superficie. **Ascas:** se observaron, pero no se pudieron medir; poro apical amiloide, 0.6-1 μm de alto x 1.8-2.2 μm de ancho (n=9). **Ascospora:** chocolate, unicelular, elipsoide, lisa, con extremos redondos, 8.9-10.2 x 3.9-4.7 μm (n=10), con línea germinal del largo de la espora, perisporio dehiscente con KOH 10%.

Cultivos: en PDA, micelio blanco; envés de color crema más oscuro en el centro que en los bordes.

Espécimen examinado: Chiriquí, Sortová, sobre tronco muerto, 1 de enero 2016, M. Cedeño MC 25.

Características distintivas: Este hongo es muy común en todo el trópico. En Ju & Rogers (1996) se menciona que *Hypoxylon fendleri* se diferencia de *H. trugodes* y *H. crocopeplum* por el color de los pigmentos del estroma extraído con KOH 10%. El espécimen tratado en este trabajo presentaba las características morfológicas correspondientes a *H. fendleri* y además apoyados por datos moleculares.

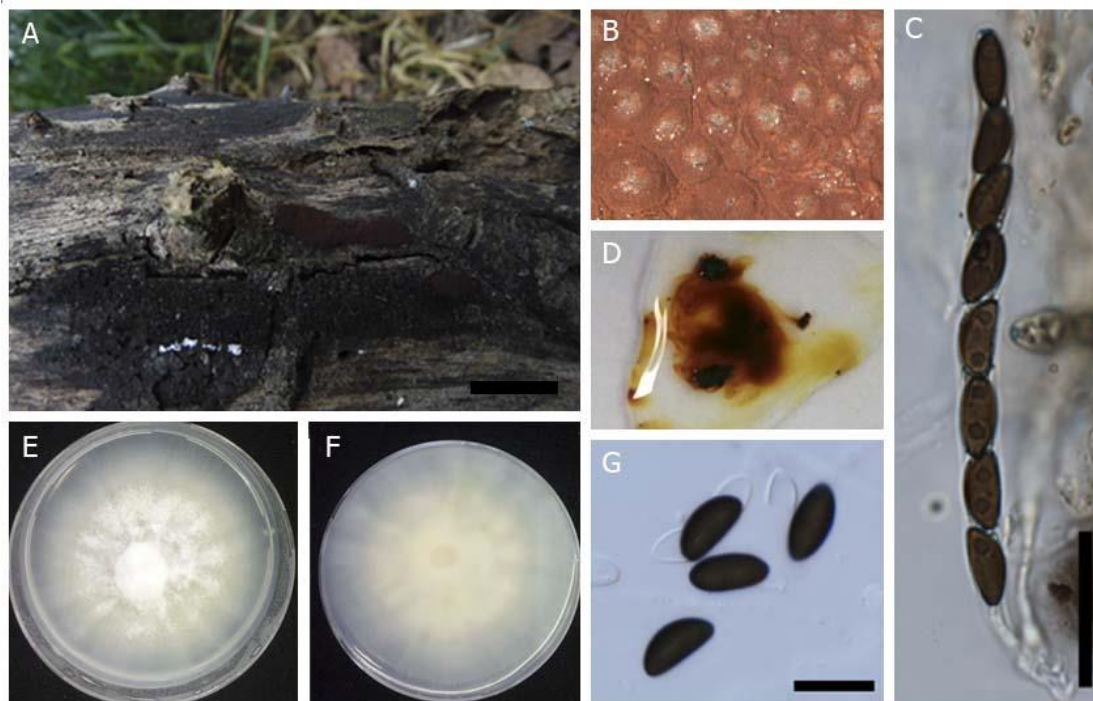


Figura 19. Fotografías de *Hypoxylon fendleri*. A) Estroma, B) Apertura del estroma, C) Peritecio, D) Vista superior del cultivo en PDA, E) Vista del envés del cultivo en PDA, F) Ascosporas. Escalas: A) 2 cm, C) 20 μ m y F) 10 μ m.

5.3. Nuevos reportes para Panamá

Hypoxylon howeanum Peck

Hypoxylon cinnabarinum Bull.

Stilbohypoxyton quisquiliarum (Mont.) J. D. Rogers & Y.-M. Ju

Stilbohypoxyton macrosporum Hladki y A.I. Romero

Amphirosellinia evasii (Læssøe & Spooner) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh

Annulohypoxyton moriforme var. *microdiscus* Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh

5.4. Nuevas especies para la ciencia

Hypoxylon sporistriatatunica sp. nov. nom. prov.

Hypoxylon bellicolor sp. nov. nom. prov.

Hypoxylon baruensis sp. nov. nom. prov.

5.5. Análisis filogenéticos

Se analizaron un total de 204 secuencias de ADN de hongos, de las cuales 35 fueron generadas en este trabajo (16 de ITS, 6 de LSU y 13 de β -Tubulina) y se complementó con 169 secuencias disponibles públicamente en la base de datos Genbank (ver *Cuadro 2*).

5.5.1. Filogenia de Xylariales

Un total de 33 secuencias fueron generadas (ITS 12, LSU 9 y β -tubulina 12) y complementadas con 78 disponibles públicamente en la base de datos Genbank. La filogenia obtenida (Figura 19) para los Xylariales indica que las especies de *Hypoxylon* se encuentran ubicados en dos clados, mientras que las especies de *Annulohypoxyton* en un solo clado, siendo el clado de *Jackrogersella* el más cercano, al igual que el género *Daldinia* que forma un clado. Estos resultados son apoyados por el trabajo de Wendt *et al.*, (2017).

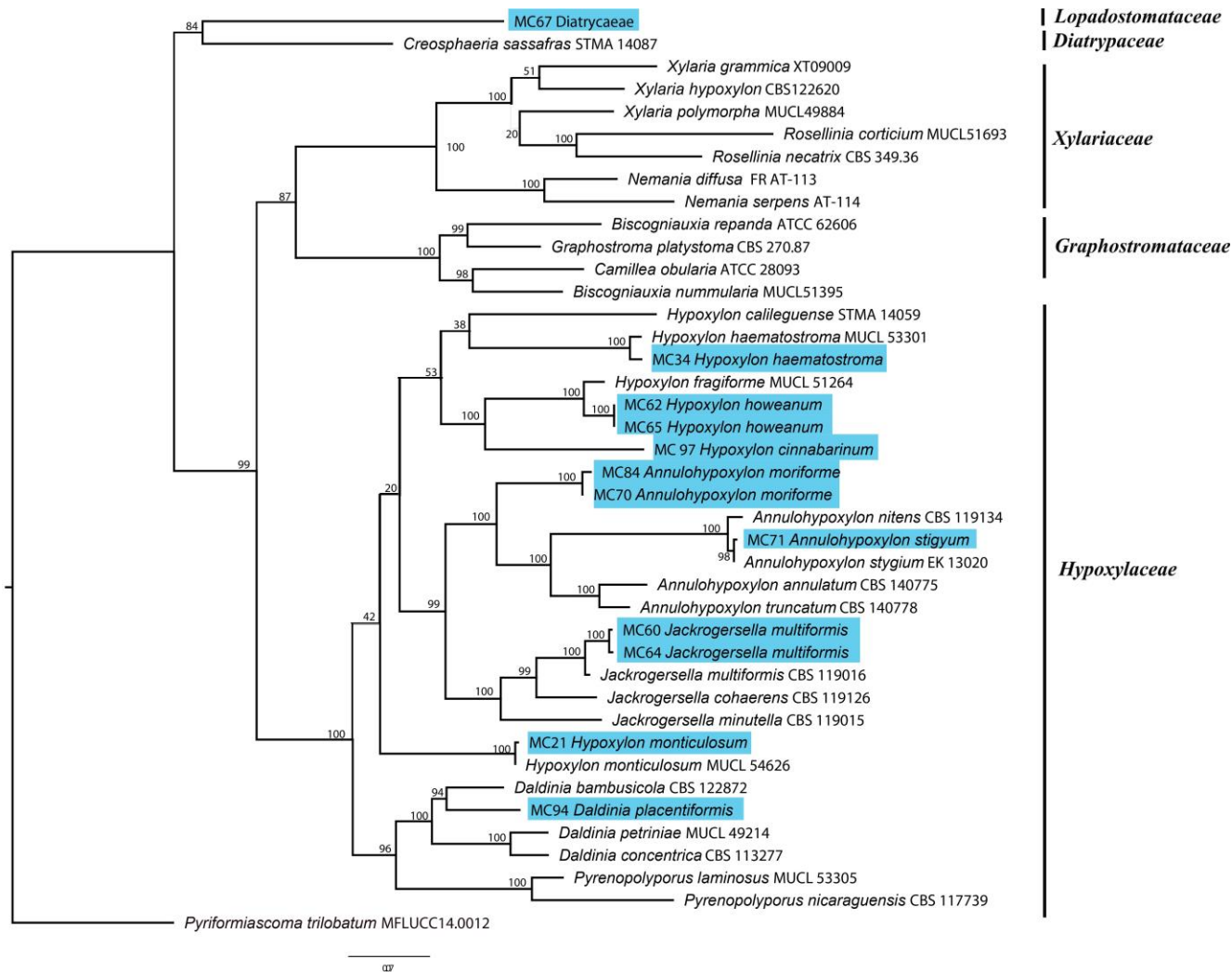


Figura 20. Filogenia de Xylariales basada análisis de Maxima Verosimilitud (RaxML) para los loci ITS, LSU y β -tubulina utilizando a *Pyriiformiascoma trilobatum* como grupo externo. Los números en las ramas indican el bootstrap. Nombres resaltados en celeste, son las secuencias obtenidas en este estudio.

5.5.1. Filogenia de Hypoxylaceae con énfasis en *Hypoxylon* y *Annulohypoxylon*

5.5.1.1. Filogenia de *Hypoxylon* utilizando β -tubulina

Se identificaron tres especímenes cuya morfología y posición filogenética indicaba que se trataba de representantes de especies no descritas para la ciencia y que fueron descritas por primera vez como parte de este estudio: *Hypoxylon sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov. basada en espécimen (MC 50), *Hypoxylon bellicolor* sp. nov. nom. prov. y *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom. prov.

H. shearii var. *minor* es la más cercana a *Hypoxylon sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov., sin embargo, difiere de ésta por presentar un estroma semiesférico a esférico; ostiolo más alto que la superficie; ascas con anillo apical de 2.7 - 3 μm de largo x 0.8-1.1 μm de ancho, amiloide, positivo a Melzer y ascosporas de 11-13 x 6-7 μm .

H. subgilvum es la más cercana a *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom. prov., aunque se distingue morfológicamente por poseer un estroma de 3 - 17 mm de largo x 2 - 13 mm de ancho x 2 mm de espesor; ascas con anillo apical de 1-1.4 μm de alto x 2-3.6 μm de ancho y ascosporas de 10-15 x 5-7 μm con perispora indehiscente en KOH 10%, lisa.

Hypoxylon bellicolor sp. nov. nom. prov. (MC36) se encuentra más asociado al clado donde se encuentra *Hypoxylon sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov. que al clado de *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom. prov.

También se confirmó, utilizando parte del gen β - Tubulina, la identificación por morfología de *H. haematostroma*, *H. howeanum*, *H. cinnabarinum*, *H. monticulosum* y *H. fendleri*.

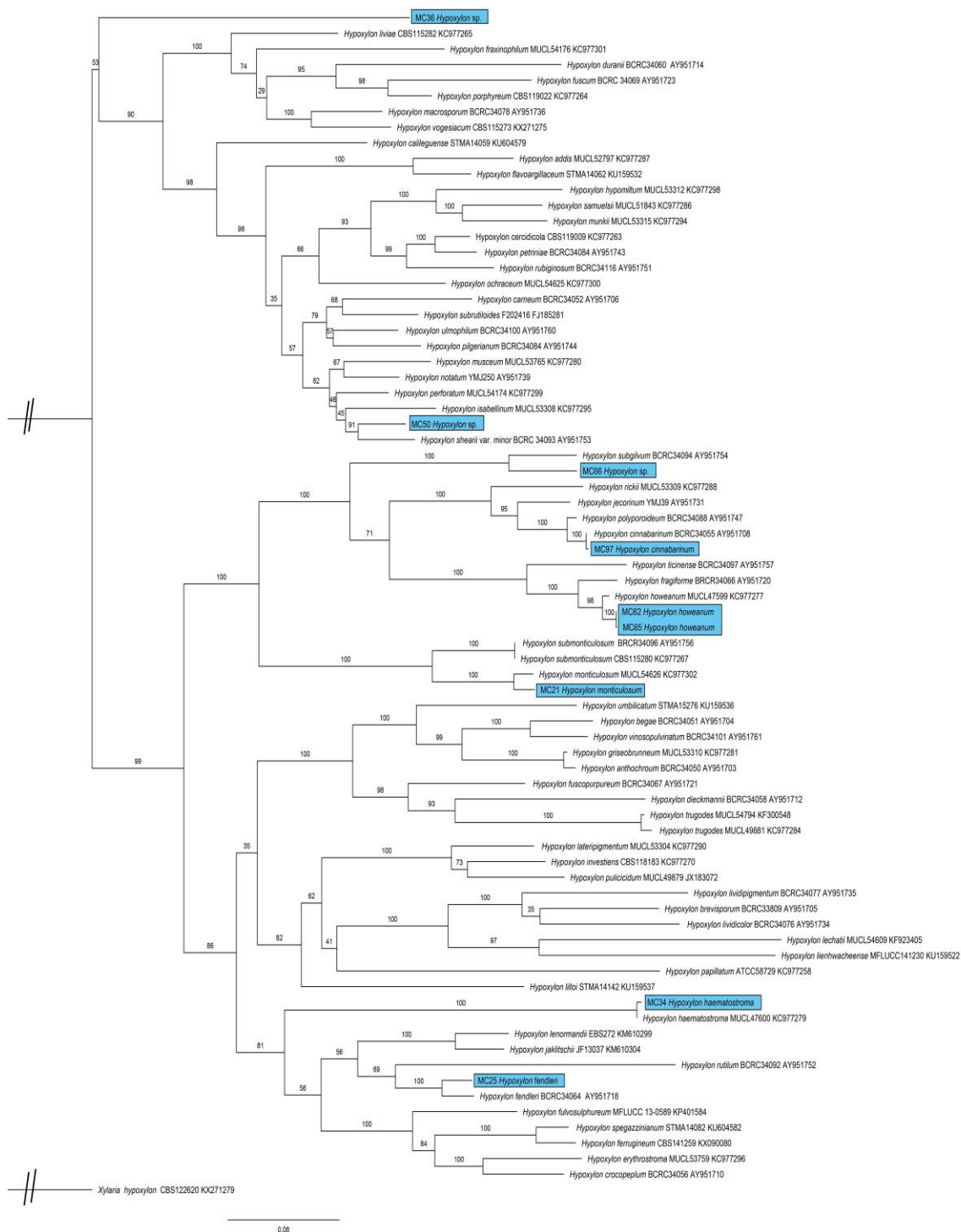


Figura 21. Filogenia de *Hypoxylon* basada en análisis de Máxima Verosimilitud (RaxML) del gen β -tubulina, utilizando a *Xylaria hypoxylon* como grupo externo. Números en las ramas indican valores bootstrap. Nombres resaltados en celeste, son las secuencias obtenidas en este estudio.

5.5.1.2. Filogenia de *Annulohypoxylon* y *Jackrogersella* utilizando β -tubulina

Por medio de β -tubulina se confirmó la identidad de *A. stygium*, *A. moriforme* var. *microdiscus* y de un espécimen tratado que está muy relacionado con *J. multiforme* var. *alaskensis*.

A pesar que el espécimen *A. moriforme* var. *microdiscus* (MC84) difiere morfológicamente de *A. moriforme* var. *microdiscus* en presentar unas esporas de menor tamaño, el bootstrap obtenido en la filogenia es muy alto (Figura 22), por lo que se confirma la identidad a estos especímenes como *A. moriforme* var. *microdiscus*.

Se incluyeron las especies del género *Jackrogersella* en el árbol filogenético de *Annulohypoxylon*, ya que las especies de estos géneros estaban todas juntas en *Annulohypoxylon* y fueron recientemente separados por la presencia de un tipo de azaphilones (cohaerin/multiformin), los cuales son predominante en los pigmentos del estroma de estas especies (Wendt *et al.*, 2017).

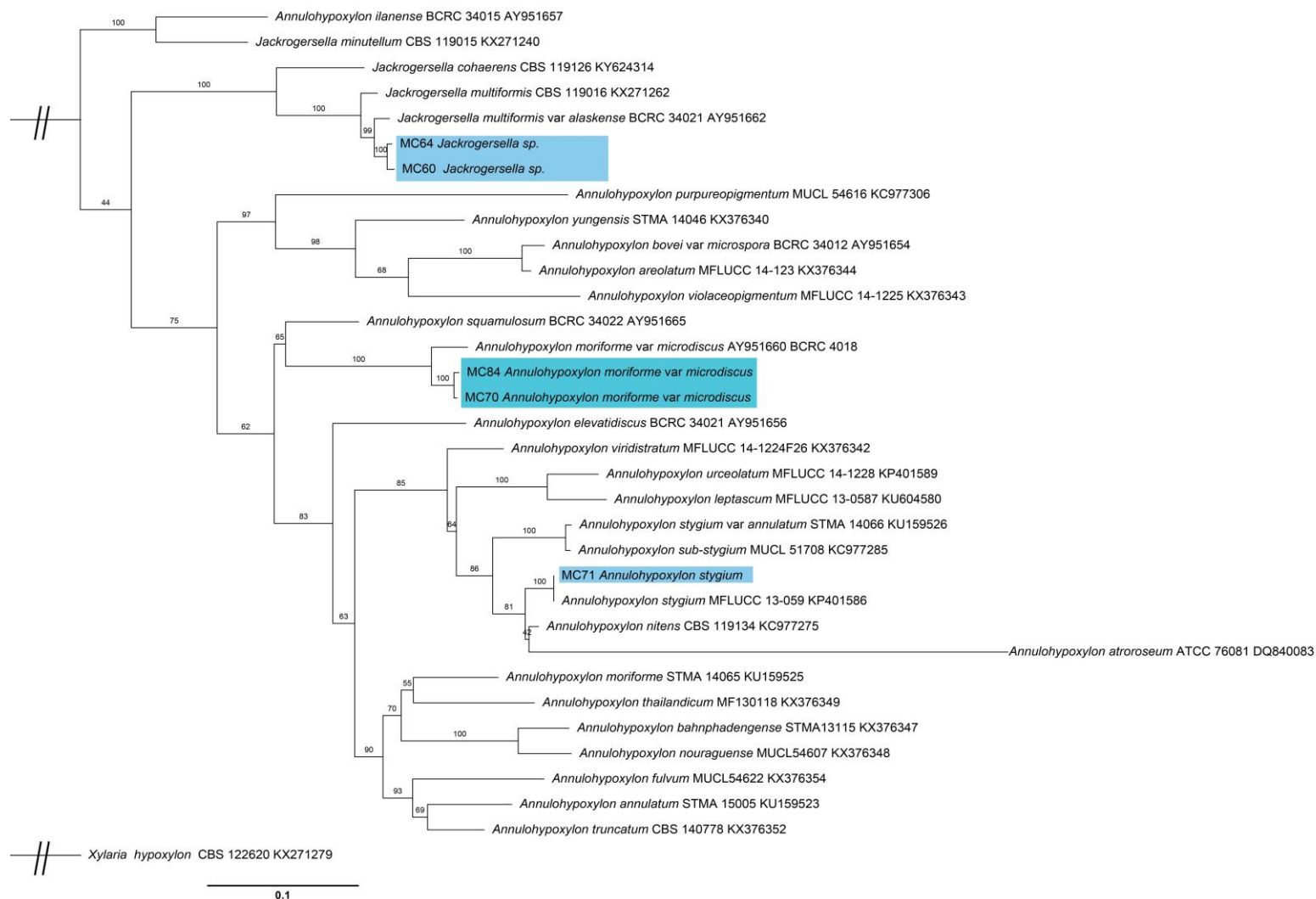


Figura 22. Filogenia de *Annulohypoxyton* y *Jackrogersella* basada en análisis de Máxima Verosimilitud (RaxML) del gen β -tubulina, utilizando a *Xylaria hypoxylon* como grupo externo. Números en las ramas indican valores bootstrap. Nombres resaltados en celeste, son las secuencias obtenidas en este estudio.

5.6. Compuestos químicos secundarios de interés

Cuatro de las especies más cercana de *H. baruensis* sp. nov. nom. prov., presentan metabolitos secundarios con actividad antimicrobiana, antifúngica, nematocida y como inhibidor de tripsina (Cuadro 4), lo que sugiere que esta especie podría ser fuente de compuestos con actividad.

Hypoxylon howeanum, representados aquí por especímenes MC62 y MC65, es una especie reportada de producir compuestos que presentan actividad inhibitoria del crecimiento de *Bacillus subtilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Caenorhabditis elegans* y actividad antifúngica e inhibición de la producción de NO en línea celular 264.7 (Quang *et al.*, 2006a; Stadler *et al.*, 2006).

Cuadro 4. Efecto de compuestos secundarios, reportados en la literatura, por algunas especies que conforman el clado donde se encuentra *H. baruensis* sp. nov. nom. prov.

Especie	Compuesto	Efecto
<i>H. fragiforme</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica
<i>H. fragiforme</i>	Mitorubrinic acid	Inhibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifúngica; Inhibición de la producción de NO en células 264.7
<i>H. fragiforme</i>	Mitorubrinol	Inhibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifúngica; Inhibición de la producción de NO en células 264.7
<i>H. howeanum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica
<i>H. howeanum</i>	Mitorubrinol	Inhibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifúngica; Inhibición de la producción de NO en células 264.7
<i>H. howeanum</i>	Mitorubrinol acetate	
<i>H. subgilvum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica
<i>H. subgilvum</i>	Mitorubrinol	Inhibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifúngica; Inhibición de la producción de NO en células 264.7
<i>H. ticinense</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica

Especie	Compuesto	Efecto
<i>H. ticinense</i>	Mitorubrinol	Inhibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifúngica; Inhibición de la producción de NO en células 264.7

El clado en el que se encuentra *H. sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov. presenta especies que poseen metabolitos con actividad de importancia comercial (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de los compuestos secundarios, reportados en la literatura, producidos por las especies que conforman el clado donde se encuentra *H. sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov.

Especie	Compuesto	Efecto
<i>H. perforatum</i>	Hypomiltin	
<i>H. rubiginosum</i>	Rubiginosin C	antioxidante, inhibición de la producción de óxido nítrico (NO) en células RAW 264.7
<i>H. pilgerianum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica
<i>H. rubiginosum</i>	Entonaemin A	antioxidante, inhibición de la producción de óxido nítrico (NO) en células RAW 264.7
<i>H. rubiginosum</i>	Rubiginosin A	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7
<i>H. rubiginosum</i>	Rubiginosin B	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7
<i>H. rubiginosum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica
<i>H. rubiginosum</i>	Daldinin C	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7
<i>H. subrutiloides</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica

Se conoce que las especies *H. haematostroma* y *H. fendleri* poseen compuestos con actividad contra *Bacillus subtilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Caenorhabditis elegans* y actividad antifúngica e inhibidor de tripsina (Quang *et al.*, 2006a; Stadler *et al.*, 2006)

1.1. Conservación de Xylariales en Panamá

En Panamá se han reportado 111 especies de Xylariales (Cuadro 9), pertenecientes a las familias: Hypoxylaceae 32, Xylariaceae 48, Graphostromataceae 22, Dyatripaceae 2 y Lopodostomataceae 1 (Piepenbring, 2013; Chacón *et al.*, 2013; Kuhnert *et al.*, 2015).

La especie *H. baruensis* sp. nov. nom. prov. es endémica del Parque Nacional Volcán Barú y *H. sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov. se comparte en el Parque Nacional

Volcán Barú y el PILA. El nuevo reporte para Panamá *H. howeanum* fue encontrado en el Parque Nacional Volcán Barú. Todas estas especies se encontraron en bosques de tierras altas; a diferencia de *H. bellicolor* sp. nov. nom. prov. que es endémica de La Concepción, ubicado en tierras bajas. Además de las especies mencionadas, se conoce que *Eutypella semicircularis* (Xylariales) es endémica del PILA (Chacón *et al.*, 2013).

VI. DISCUSIÓN

En este estudio se colectaron especies de los géneros *Hypoxylon*, *Annulohypoxylon*, *Jackrogersella*, *Daldinia* y *Phylacia* de Hypoxylaceae y los géneros *Stilbohypoxyton* y *Amphirosellinia* de Xylariaceae. Según la lista de Piepenbring del 2013, los sitios con mayor presencia de Xylariales en Panamá, son la isla de Barro Colorado y la provincia de Chiriquí, siendo las especies de los géneros *Hypoxylon*, *Annulohypoxylon* los más colectados para Hypoxylaceae y los géneros *Xylaria* y *Camillea* para Xylariaceae. Las identificaciones morfológicas de las especies de los géneros *Hypoxylon* y *Annulohypohylon* fueron apoyadas por los análisis moleculares de las secuencias del gen β -tubulina. Este gen fue utilizado en el estudio de Hsieh *et al.*, (2005), dicho estudio separó a *Annulohypoxylon* del género *Hypoxylon*, ubicado anteriormente en *Hypoxylon* sect. *annulata* (Ju & Rogers, 1996).

La filogenia obtenida de *Hypoxylon*, en este estudio, junto con las observaciones de estructuras morfológicas y revisión de la literatura evidencia la presencia de tres nuevas especies en este género y dos nuevos reportes para el país. Un estudio similar a este, fue el realizado por Carmona *et al.*, (2009), en el cual describen seis especies de *Hypoxylon*, basado en características morfológicas, de las cuales cinco son nuevos reportes para Panamá. A pesar, de que el tiempo de colecta del estudio de Carmona *et al.* (2009) es mayor (2003 al 2008) al de este estudio, los resultados obtenidos en ambos estudios son similares, ya que en este estudio describimos siete especies de *Hypoxylon*, de las cuales tres son nuevas especies y dos son nuevos reportes para Panamá.

Las especies que se proponen en este trabajo como nuevas, presentan diferencias en las características morfológicas con sus especies hermanas. Por ejemplo, *H. bellicolor* sp. nov. nom. prov. que se diferencia de otras especies al presentar el siguiente conjunto de caracteres: forma efuso-pulvinado del estroma, pigmentos extraídos con KOH 10% de color tierra siena (8) o rojo vino (6), la forma ovalado del peritecio y el tamaño de las ascosporas (10-12 x 4-6 μm). La especie *H. sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov. difiere de *H. shearii* var. *minor*, especie más cercana, por presentar un estroma semiesférico a esférico, ostiolo más alto que la superficie estroma, asca con poro apical amiloide de 2,7 - 3 μm de altura x 0,8-1,1 μm de ancho y ascosporas de 11-13 x 6-7 μm . *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom. prov. se diferencia de su especie más cercana *H. subgilvum* por presentar estroma de 3 - 17 mm de largo x 2 - 13 mm de ancho x 2 mm de espesor, ascas con poro apical amiloide de 1-1.4 μm de alto x 2-3.6 μm de ancho y ascosporas 10-15 x 5-7 μm , con perispora lisa, indehiscente en KOH 10%.

Todos los especímenes colectados en este proyecto fueron encontrados creciendo sobre ramas o troncos en descomposición, ubicados principalmente en los claros del bosque. Este es un hábito de crecimiento común entre las especies de Xylariaceae e Hypoxylaceae. Algunos autores concuerdan en que estas especies crecen en árboles (angiospermas principalmente) vivos o muertos (Rogers, 1979; Ju & Rogers, 1996; Carmona *et al.*, 2009, Fournier *et al.*, 2015), siendo consideradas como especies saprobias (Rogers, 1979; Sánchez-Ballesteros *et al.*, 2000) o patógenos débiles (Ju & Rogers, 1996).

Uno de los especímenes colectados en este estudio *H. cinnabarinum* (MC97) se encontró creciendo en una rama muerta de un árbol vivo de *Citrus sinensis*. Este dato

sugiere que esta especie podría ser considerada como un patógeno débil, colonizando al hospedero cuando este sufre algún daño en su estructura por causas ambientales o fisiológicas. Las colecciones conocidas de esta especie se encontraron creciendo sobre corteza de rama o tronco muerto (Ju & Rogers, 1996; Fournier *et al.*, 2015; Fournier & Lechat, 2015) o en madera de *Beilschmiedia tawa* y *Nothofagus* (Ju & Rogers, 1996), por lo además de reportar a *H. cinnabarinum* por primera vez para Panamá este trabajo, también se reporta por primera vez a *Citrus sinensis* como su hospedador.

Los especímenes de *H. cinnabarinum*, al igual que la de las especies de *A. moriforme* var. *microdiscus*, *H. fendleri*, *D. eschscholtzii* y *H. bellicolor* sp. nov. nom. prov., fueron colectados en tierras bajas, en la Provincia de Chiriquí. En cambio los especímenes de *D. placentiforme*, *S. quisquilarium*, *S. macrosporum*, *H. haematostroma* y *H. monticulosum*, en tierras bajas, en la Provincia de Panamá. A pesar, de que se sabe que estas especies son de amplia distribución, cada especie fue colectada en un sitio de estudio, a excepción de *A. stygium* que fue colectada en el PNS, PNM y Sortová y *P. sagrana* en Sortová y PNS. Sin embargo, hay registros de colectas de las especies de *H. haematostroma* en Chiriquí y de *A. stygium* y *P. sagrana* en la Provincia de Darién. (Carmona *et al.*, 2009, Piepenbring, 2013). Por lo que se hace necesario más estudios de este tipo para llenar estos vacíos de información, y verificar si estas especies son de amplia distribución o están restringidas a las Provincias de Chiriquí y Panamá.

Las especies que se encontraron en tierras altas fueron *A. evansii*, *Jackrogersella* sp., *H. baruensis* sp. nov. nom. prov., *H. sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov. y *H. howeanum*. De estas, los especímenes de *H. howeanum* y *H. baruensis* sp. nov. nom. prov. solo fueron colectados en el parque Nacional Volcán Barú. Por su parte, los

especímenes de *A. evansii* fueron colectadas únicamente en el PILA. Los especímenes de las especies *H. sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov. y *Jackrogersella* sp. se encontraron compartidas entre el PNVB y el PILA. En el trabajo de Carmona *et al.*, (2009) se colectó a *Jackrogersella multiformis* (identificado como *Annulohypoxylon multiforme*) en el PNVB, por lo que este trabajo amplía la distribución de las especies de *Jackrogersella* al PILA. Sin embargo, los datos sugieren que estas se encuentran restringidas a tierras altas, específicamente al PNVB y el PILA.

Además de las especies mencionadas arriba, otras especies de hongos que se han reportados únicamente en el PNVB son *Appendiculella monsterae* (Justavino *et al.*, 2015), *Eucantharomyces euprocti*, *Laboulbenia chiriquensis*, *Laboulbenia colpodis*, *Mimeomyces chiriquensis* (en Haelewaters *et al.*, 2017). Para el PILA se describieron las especies *Antoniomyces loranthicola* (Inácio *et al.*, 2012), *Asterina gaiadendricola* (Hofmann & Piepenbring, 2008), *Eutypella semicircularis* (Chacón *et al.*, 2013), *Laboulbenia tortilis* (Villarreal *et al.*, 2010), *Ophiognomonia bugabensis* (Walker *et al.*, 2012), *Periconiella maianthemii* (Kirschner & Piepenbring, 2008). Compartida entre el PNVB y el PILA se conoce a *Appendiculella lozanellae* (Rodríguez & Piepenbring, 2007).

Esta restricción de las especies podría deberse a las características distintivas de cada parque, por ejemplo el PILA y el PNVB presentan seis de las doce zonas de vida presente en Panamá. El PNVB presenta dos zonas de vida únicas en el país: Bosque muy húmedos montanos, bosques húmedos montanos bajos (plan de uso público PNBV 2016), a diferencia los otros seis sitios de estudio presentan, en su mayoría, como zona de vida predominante el tipo de bosque tropical. Los parques PNVB y PILA son parte de

la cordillera del sur de Centroamérica o también llamada Cordillera de Talamanca, considerada una zona de endemismo. Por sus características únicas, estos parques son de importancia como puntos de conservación de biodiversidad.

Los datos obtenidos en este proyecto dejan ver la necesidad que hay de impulsar investigaciones exploratorias en el país, ya que aún queda mucho por descubrir. Se recomienda realizar muestreos más intensos para comprobar si existe variación en las comunidades de hongos, entre las épocas seca y húmeda y la distribución de estas en el país.

VII. CONCLUSIONES

Panamá cuenta con una alta diversidad de Xylariales, sin embargo, se necesitan más estudios exploratorios para conocer las especies presentes en el país. En este trabajo se describen tres nuevas especies de *Hypoxylon* para la ciencia: *Hypoxylon sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov., *Hypoxylon bellicolor* sp. nov. nom. prov., *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom. prov. Además, se reportan por primera vez para Panamá seis especies de Xylariales pertenecientes a los siguientes géneros: *Hypoxylon* dos, *Stilbohypoxyton* dos, *Annulohypoxyton* uno y *Amphirosellinia* uno. Adicional, se reporta a *Citrus sinensis* como un nuevo hospedador de *Hypoxylon cinnabarinum*.

Se aumentó el número de especies conocidas para Panamá de Hypoxylaceae a 35 y Xylariaceae a 48 especies, utilizando una combinación de características morfológicas y datos moleculares.

Muchas especies de *Hypoxylon* presentan metabolitos secundarios de interés comercial, al presentar actividad antimicrobiana, antifúngica o nematocida. Las especies *Hypoxylon baruensis* sp. nov. nom. prov. y *Hypoxylon sporistriatatunica* sp. nov. nom. prov., reportadas en este trabajo, se encuentran compartiendo el clado con especies como *H. fragiforme*, *H. howeanum*, *H. subgilvum*, *H. perforatum*, *H. rubiginosum*, *H. ticnense*, entre otras, las cuales presentan metabolitos secundarios de interés comercial. Por lo que, estas especies podrían ser fuente de compuestos con actividad, siendo de interés para futuros estudios.

La conservación de áreas protegidas como los Parques Nacionales, son importante para la conservación de la biodiversidad del país. Además, sirven de reservorios de

especies, conocidas o aún por conocer, con propiedades de interés comercial, tales como farmacéutico, agrónomo o medicinal.

VIII. LITERATURA CONSULTADA

Ainsworth, G. C., G. R. Bisby, & D. L. Hawksworth. 1995. Dictionary of the Fungi: Ainsworth & Bisby's. CAB International.

Ainsworth, G.C., Sparrow, F.K. & A. S., Sussman. 1973. The Fungi: A taxonomic review with keys: Ascomycetes and Fungi Imperfecti. New York. EU. Academic press. Vol. IV. 621 p.

ANAM. 2002. Segundo Informe Nacional de Biodiversidad. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nr-02-es.pdf>. Consultado el 1 de Julio 2018.

ANAM. 2004. Plan de manejo del Parque Internacional La Amistad. Proyecto corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño. Elaborado por CEPESA.

ANAM. 2008. Tercer Informe Nacional de Biodiversidad. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nr-03-es.pdf>. Consultado el 1 de Julio 2018.

ANAM. 2010. "Atlas Ambiental de la República de Panamá". Ciudad de Panamá: Editora Novo Art. Disponible en: <http://www.miambiente.gob.pa/old/images/stories/AtlasAmbiental/>. Consultado el 1 de Julio 2018.

ANAM. 2010b. Cuarto informe Nacional de Panamá ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nr-04-es.pdf>. Consultado el 1 de Julio 2018.

ANAM. 2014. Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Panamá Ante El Convenio Sobre Diversidad Biológica. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nr-05-es.pdf>. Consultado el 1 de Julio 2018.

Araúz, V., & M., Piepenbring. 2012. Nuevos reportes de Meliolales y plantas hospedadoras para Panamá. Puente Biológico 4: 1-23.

Bills, G. F., González-Menéndez, V., Martín, J., Platas, G., Fournier, J., Peršoh, D., & M., Stadler. 2012. *Hypoxylon pulicicidum* sp. nov. (Ascomycota, Xylariales), a pantropical insecticide-producing endophyte. PLOS One 7:1-19.

- Burgess, K. M., Ibrahim, A., Sørensen, D., & M. W. Sumarah. 2017. Trienylfuranol A and trienylfuranone A–B: metabolites isolated from an endophytic fungus, *Hypoxylon submonticulosum*, in the raspberry *Rubus idaeus*. The Journal of antibiotics, 70(6), 721.
- Buyck, B., & C. L., Ovrebo. 2002. New and interesting *Russula* species from Panamá. Mycologia, 94(5), 888-901.
- Carmona, A., Fournier, J., Williams, C., & M. Piepenbring. 2009. New records of Xylariaceae from Panama. North American Fungi, 4, 1-11.
- Castillo, S.Y., Bernal Vega, J. A., Lezcano, J., Piepenbring, M., & O., Cáceres. 2013. Hongos entomopatógenos asociados a insectos recolectados en plantaciones de café en el oeste de Panamá. Tecnociencia 15: 29-39.
- Chacón, S., Dörge, D., Weisenborn, J., & M. Piepenbring. 2013. A new species and a new record of Diatrypaceae from Panama. Mycologia, 105(3), 681-688.
- Chapela, I. H. 1989. Fungi in healthy stems and branches of American beech and aspen: a comparative study. New Phytologist, 113, 65-75.
- Daranagama, D.A., Camporesi, E., Tian, Q., Liu, X., Chamyuang, S., Stadler, M. & K.D. Hyde. 2015 *Anthostomella* is polyphyletic comprising several genera in Xylariaceae. Fungal Divers 73:203–238
- Desjardin, D. E., & C. L. Ovrebo. 2006. New species and new records of *Marasmius* from Panamá. Fungal Diversity, 21, 19-39.
- Eriksson, O.E., Baral, H.O., Currah, R.S., Hansen, K., Kurtzman, C.P., Rambold, G. & Laessøe, T. (eds). 2003. Outline of Ascomycota - 2003. Myconet 9: 1-89. En Smith, G. J., Liew, E. C., & K. D. Hyde. 2003. The Xylariales: a monophyletic order containing 7 families. Fungal Diversity.
- Fournier, J. & C., Lechat. 2015. New, rarely recorded and unsettled species of *Hypoxylon* (Xylariaceae) from Guayana Francesa. Ascomycete. org, 7, 63-96.
- Fournier, J., Lechat, C., & R. Courtecuisse. 2015. The genus *Hypoxylon* (Xylariaceae) in Guadeloupe and Martinique (French West Indies). Ascomycete. org, 7, 145-212.
- Friebe, G., & I. Wendelin. 2016. Studies on *Hypoxylon ferrugineum* (Xylariaceae), a rarely reported species collected in the urban area of Graz (Austria). Ascomycete.org. 8. 83–90.

Griffith, G. W. 2012. Do we need a global strategy for microbial conservation?. *Trend in Ecology and Evolution*. 27:1-2

Guzmán, G., & M., Piepenbring. 2011. Los hongos de Panamá. Introducción a la identificación de los macroscópicos. Primera edición. Editoria Ideograma, Mexico, D.F. 372 pp.

Haelewaters, D., Verhaeghen, S. J., Gonzáles, R., Tomás, A., Bernal Vega, J. A., & R. V. Villarreal Saucedo. 2017. New and interesting Laboulbeniales from Panama and neighboring areas. *Nova Hedwigia*, 105(3-4), 267-299.

Hawksworth, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105, 1422-1432.

Hawksworth, D. L. 2012. Global species numbers of fungi: are tropical studies and molecular approaches contributing to a more robust estimate?. *Biodiversity Conservation* 21: 2425–2433.

Hawksworth, D. L., & R. Lücking. 2017. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiology spectrum*, 5(4).

Heilmann-Clausen, J., Barron, E. S., Boddy, L., Dahlberg, A., Griffith, G. W., Nordén, J., ... & P. Halme. 2015. A fungal perspective on conservation biology. *Conservation biology*, 29 (1), 61-68.

Hellwig, V., Ju, Y. M., Rogers, J. D., Fournier, J., & M. Stadler. 2005. Hypomiltin, a novel azaphilone from *Hypoxyton hypomiltum*, and chemotypes in *Hypoxyton* sect. *hypoxyton* as inferred from analytical HPLC profiling. *Mycological Progress*, 4(1), 39-54.

Hernández, J. R., Piepenbring, M., & M. B. V. Rios. 2007. A new species, *Dicheirinia panamensis*, and new records of rust fungi from Panama. *Mycological progress*, 6(2), 81-91.

Hernández-Restrepo, M., Groenewald, J. Z., & P. W. Crous. 2016. Taxonomic and phylogenetic re-evaluation of *Microdochium*, *Monographella* and *Idriella*. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 36, 57.

Hladki, A. I. & A. I. Romero. 2003. "Two new species of *Stilbohypoxyton* and the taxonomic positions of *Hypoxyton cyclopicum*, *H. chionostomum* and *Anthostoma chionostoma*.

Hofmann, T. A., & M. Piepenbring. 2008. New species and records of *Asterina* from Panama. *Mycological Progress*, 7(2), 87-98.

Hokama, Y. M., Savi, D. C., Assad, B., Aluizio, R., Gomes-Figueiredo, J. A., Adamoski, D. M., Possiede Y.M., & C. Glienke. 2017. Endophytic fungi isolated. *Endophytic fungi: diversity, characterization and biocontrol*, 93.

Hongsanan, S., Maharachchikumbura, S. S., Hyde, K. D., Samarakoon, M. C., Jeewon, R., Zhao, Q., ... & A. H. Bahkali. 2017. An updated phylogeny of Sordariomycetes based on phylogenetic and molecular clock evidence. *Fungal Diversity*, 84(1), 25-41.

Hsieh, H. M., Ju, Y. M., & J. D. Rogers. 2005. Molecular phylogeny of *Hypoxyton* and closely related genera. *Mycologia*, 97(4), 844-865.

Inácio, C. A., Araújo, K., & M., Piepenbring. 2012. A new genus of Parmulariaceae from Panama. *Mycological Progress*, 11(1), 1-6.

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. 2014. Reporte Técnico Sobre la Importancia de la Reserva Forestal Fortuna para Investigación Científica, Educación Ambiental, y Conservación de la Biodiversidad. En [http://www.life.illinois.edu/dalling/Fortunareportecientifico.pdf]. Consultado el 10 de abril 2017.

Jaklitsch, W. M., Gardiennet, A., & H. Voglmayr. 2016. Resolution of morphology-based taxonomic delusions: *Acrocordiella*, *Basiseptospora*, *Blogiascospora*, *Clypeosphaeria*, *Hymenopleella*, *Lepteutypa*, *Pseudapiospora*, *Requienella*, *Seiridium* and *Strickeria*. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 37, 82.

Ju, Y.-M. & J. D. Rogers. 1996. A Revision of the Genus *Hypoxyton*. St. Paul, USA: APS Press.

Justavino, D. R., Kirschner, R., & M. Piepenbring. 2015. New species and new records of Meliolaceae from Panama. *Fungal Diversity*, 70(1), 73-84.

- Kirk, P., Cannon, P., Minter, D., & J., Stalpers. 2001. Dictionary of the Fungi. 9th edition. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Kirschner, R., & M. Piepenbring. 2008. Two new hyphomycetes parasitic on leaves of *Maianthemum* species in Panama. *Mycological Progress*, 7(1), 21-29.
- Koukol, O., Kelnarová, I., & K. Černý. 2015. Recent observations of sooty bark disease of sycamore maple in Prague (Czech Republic) and the phylogenetic placement of *Cryptostroma corticale*. *Forest pathology*, 45(1), 21-27.
- Kuhnert E., Heitkämper S., Fournier J., Surup F. & M. Stadler. 2014b. Hypoxyvermelhotins A–C, new pigments from *Hypoxyton lechatii* sp. nov. *Fungal Biol* 118:242–252.
- Kuhnert, E., Fournier, J., Peršoh, D., Luangsa-ard, J. J. D., & M. Stadler. 2014a. New *Hypoxyton* species from Martinique and new evidence on the molecular phylogeny of *Hypoxyton* based on ITS rDNA and β -tubulin data. *Fungal Diversity*, 64(1), 181-203.
- Kuhnert, E., Sir, E. B., Lambert, C., Hyde, K. D., Hladki, A. I., Romero, A. I., ... & M. Stadler. 2017a. Phylogenetic and chemotaxonomic resolution of the genus *Annulohypoxyton* (Xylariaceae) including four new species. *Fungal Diversity*, 1-43.
- Kuhnert, E., Surup, F., Halecker, S., & M. Stadler. 2017b. Minutellins A–D, azaphilones from the stromata of *Annulohypoxyton minutellum* (Xylariaceae). *Phytochemistry*.
- Kuhnert, E., Surup, F., Sir, E. B., Lambert, C., Hyde, K. D., Hladki, A. I., ... & M. Stadler. 2015. Lenormandins A—G, new azaphilones from *Hypoxyton lenormandii* and *Hypoxyton jaklitschii* sp. nov., recognised by chemotaxonomic data. *Fungal Diversity*, 71(1), 165-184.
- Liu Y. L., Whelen S., & B.D., Hall. 1999. Phylogenetic relationships among ascomycetes: evidence from an RNA polymerase II subunit. *Molecular Biology and Evolution* 16: 1799–1808
- Lodge, D. J. 2001. Diversidad mundial y regional de hongos. Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM, México, 291-304.

Maharachchikumbura, S. S., Hyde, K. D., Jones, E. G., McKenzie, E. H. C., Bhat, J. D., Dayarathne, M. C., ... & Q. J. Shang. 2016. Families of Sordariomycetes. *Fungal Diversity*, 79(1), 1-317.

Mata, M. 1999. Macrohongos de Costa Rica. Vol. 1. InBio, Costa Rica.

Mata, M., Halling, R., & G. M. Mueller. 2003. Macrohongos de Costa Rica. Vol. 2. InBio, Costa Rica.

Mejía, L. C., Rojas, E. I., Maynard, Z., Van Bael, S., Arnold, A. E., Hebbbar, P., ... & E. A. Herre. 2008b. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological Control*, 46(1), 4-14.

Mejía, L.C., Castlebury, L., Rossman, A. Y., Sogonov, M.V., & J. F. White. 2008a. Phylogenetic placement and taxonomic review of the genus *Cryptosporella* and its synonyms *Ophiovalsa* and *Winterella*, *Mycological Research* 112:23-35.

Mejía, L.C., Castlebury, L.A., Rossman, A.Y., Sogonov, M.V., & J. F. White. 2011. A systematic account of the genus *Plagiostoma* (Gnomoniaceae, Diaporthales) based on morphology, host associations and a four-gene phylogeny. *Studies in Mycology* 68: 211-235.

MiAmbiente. 2016. Plan de manejo de uso publico del Parque Nacional Volcan Baru. Elaborado por EcoCiencia, SINAP y ECOTUR. Disponible en: https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28075_A/GacetaNo_28075a_20160715.pdf. Consultado el 1 de Julio 2018.

MiAmbiente. 2016. Plan de manejo de uso publico del Parque Nacional y reserva biologica Altos de Campana. Elaborado por el Equipo técnico EcoCiencia.

MiAmbiente. 2017. Plan de manejo de uso publico del Parque Nacional Soberanía. Disponible en: https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28285_A/GacetaNo_28285a_20170524.pdf . Consultado el 1 de Julio 2018.

Miller, J.H. 1961. A monograph of the world species of *Hypoxylon*. Athens: University of Georgia Press. 158 p.

Minter, D.W. 2011. The Ascomycota and the Sampled Red List Index scheme. *Fungal Conservation* issue 1: Summer 2011. Disponible en [http://www.fungal-

conservation.org/newsletter/issue_1_2011_low_resolution.pdf]. Consultado el 15 de Junio 2018.

O'Donnell, K. & E. Cigelnik. 1997. Two divergent intragenomic rDNA ITS2 types within a monophyletic lineage of the fungus *Fusarium* are nonorthologous. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 7: 103–116.

Osmanova, N., Schultze, W., & N. Ayoub. 2010. Azaphilones: a class of fungal metabolites with diverse biological activities. *Phytochemistry Reviews*, 9(2), 315-342.

Ostry, M. E., & N. A. Anderson. 2009. Genetics and ecology of the *Entoleuca mammata*-*Populus* pathosystem: Implications for aspen improvement and management. *Forest ecology and management*, 257(2), 390-400.

Ovrebo, C. L., & T. J., Baroni. 2007. New taxa of Tricholomataceae and Entolomataceae (Agaricales) from Central America. *Fungal Diversity*, 27, 157-170.

Peláez, F., González, V., Platas, G., Sánchez-Ballesteros, J., & V, Rubio. 2008. Molecular phylogenetic studies within the Xylariaceae based on ribosomal DNA sequences. *Fungal Divers*, 31, 111-134.

Perdomo-Sánchez, O., & M. Piepenbring. 2008. A new species of *Puccinia* (Pucciniales, Basidiomycota) and new records of rust fungi from Panama. *Mycological progress*, 7(3), 161-168.

Petrini, L. E. 2004. A revision of the genus *Stilbohypoxylon* (Xylariaceae). *Sydowia-horn-*, 56, 51-71.

Piepenbring, M. 2006. Check list of the fungus in Panamá. *Puente biológico* 1:1-150 + 6 láminas a color.

Piepenbring, M. 2013. Check list of the fungus of Panamá. Disponible en: [<http://biogeodb.stri.si.edu/fungi>]. Consultado el 5 de marzo 2015.

Piepenbring, M. 2015. Introducción a la micología en los tropicos. The american Phytopathological Society. 366 pp.

Piepenbring, M., Cáceres, M, O. A., Espino, E, A. A., Kirschner, R. & H. Schöfer. 2007. Chromoblastomycosis caused by *Chaetomium funicola*: a case report from Panama. *British Journal of Dermatology* 157: 1025-1029

- Platas, G., Gonzalez, V., Collado, J., Martin, J., Montes, C., & F. Pelaez. 2009. Ascription of poorly defined taxa to taxonomic entities using molecular phylogenies: a case study on *Nodulisporium* sp. producers of nodulisporic acid. *Mycotaxon*, 109(1), 443-460.
- Quang, D. N., Harinantenaina, L., Nishizawa, T., Hashimoto, T., Kohchi, C., Soma, G. I., & Y. Asakawa. 2006a. Inhibition of nitric oxide production in RAW 264.7 cells by azaphilones from xylariaceous fungi. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 29(1), 34-37.
- Quang, D. N., Hashimoto, T., Fournier, J., Stadler, M., Radulović, N., & Y. Asakawa. 2005b. Sassafrins A–D, new antimicrobial azaphilones from the fungus *Creosphaeria sassafras*. *Tetrahedron*, 61(7), 1743-1748.
- Quang, D. N., Hashimoto, T., Stadler, M., Radulovic, N., & Y. Asakawa. 2005a. Antimicrobial azaphilones from the fungus *Hypoxylon multifforme*.
- Quang, D. N., Stadler, M., Fournier, J., Tomita, A., & T. Hashimoto. 2006b. Coharins C–F, four azaphilones from the xylariaceous fungus *Annulohypoxylon cohaerens*. *Tetrahedron*, 62(26), 6349-6354.
- Rayner, R. W. 1970. A mycological colour chart. A mycological colour chart.
- Rehner S. A & G. J. Samuels. 1994. Taxonomy and phylogeny of *Gliocladium* analysed from nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. *Mycological Research* 98: 25–634.
- Rodríguez J, D., & M. Piepenbring. 2007. Two new species of *Appendiculella* (Meliolaceae) from Panama. *Mycologia*, 99(4), 544-552.
- Rodriguez, R. J., White Jr, J. F., Arnold, A. E., & A. R. A. Redman. 2009. Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New phytologist*, 182(2), 314-330.
- Rogers, J. D. 1979. The Xylariaceae: systematic, biological and evolutionary aspects. *Mycologia*, 71(1), 1-42.
- Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, Zarucchi J., & L. Penev. eds. 2017. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. 2017. Annual Checklist. Digital

resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2017. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-884X.

Sánchez-Ballesteros s, J., González, V., Salazar, O., Acero, J., Portal, M. A., Julián, M., ... & S, Mochales. 2000. Phylogenetic study of *Hypoxylon* and related genera based on ribosomal ITS sequences. *Mycologia*, 964-977.

Senanayake, I. C., Maharachchikumbura, S. S., Hyde, K. D., Bhat, J. D., Jones, E. G., McKenzie, E. H., ... & S. Konta. 2015. Towards unraveling relationships in Xylariomycetidae (Sordariomycetes). *Fungal Diversity*, 73(1), 73-144.

Sir, E. B., Kuhnert, E., Lambert, C., Hladki, A. I., Romero, A. I., & M. Stadler. 2016. New species and reports of *Hypoxylon* from Argentina recognized by a polyphasic approach. *Mycological Progress*, 15(4), 1-19.

Sir, E. B., Kuhnert, E., Surup, F., Hyde, K. D., & M. Stadler. 2015. Discovery of new mitorubrin derivatives from *Hypoxylon fulvo-sulphureum* sp. nov.(Ascomycota, Xylariales). *Mycological progress*, 14(5), 28.

Smith, G. J., Liew, E. C., & K. D. Hyde. 2003. The Xylariales: a monophyletic order containing 7 families. *Fungal Diversity*.

Stadler, M., Kuhnert, E., Peršoh, D., & J. Fournier. 2013. The Xylariaceae as model example for a unified nomenclature following the “One Fungus-One Name”(1F1N) concept. *Mycology*, 4(1), 5-21.

Stadler, M., Læssøe, T., Fournier, J., Decock, C., Schmieschek, B., Tichy, H. V., & D. Peršoh. 2014. A polyphasic taxonomy of *Daldinia* (Xylariaceae) 1. *Studies in mycology*, 77, 1-143.

Stadler, M., Quang, D. N., Tomita, A., Hashimoto, T., & Y. Asakawa. 2006. Changes in secondary metabolism during stomatal ontogeny of *Hypoxylon fragiforme*. *mycological research*, 110(7), 811-820.

Stephenson, S.L. 2010. The kingdom fungi: the biology of mushrooms, molds and lichens. First edition. Publisher Timber Press, Inc., Portland, Oregon. 276 pp.

Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., & S. Kumar. 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular biology and evolution*, 30(12), 2725-2729.

Tang, A. M. C., Jeewon, R., & K. D. Hyde. 2009. A re-evaluation of the evolutionary relationships within the Xylariaceae based on ribosomal and protein-coding gene sequences. *Fungal Diversity*, 34, 127.

Taylor D.L., Herriott I. C., Stone K.E., McFarland J. W., Booth M. G & M. B. Leigh. 2010. Structure and resilience of fungal communities in Alaskan boreal forest soils. *Can J For Res* 40:1288–1301.

Triebel, D., Peršoh, D., Wollweber, H., & M. Stadler. 2005. Phylogenetic relationships among *Daldinia*, *Entonaema*, and *Hypoxylon* as inferred from ITS nrDNA analyses of Xylariales. *Nova Hedwigia*, 80(1-2), 25-43.

U'Ren, J. M., Miadlikowska, J., Zimmerman, N. B., Lutzoni, F., Stajich, J. E., & A. E. Arnold. 2016. Contributions of North American endophytes to the phylogeny, ecology, and taxonomy of Xylariaceae (Sordariomycetes, Ascomycota). *Molecular phylogenetics and evolution*, 98, 210-232.

Vilgalys, R., & M. Hester. 1990. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of bacteriology*, 172(8), 4238-4246.

Villareal S., R.V., L.A. Valdés R., J.A. Bernal V., M. Piepenbring & R. Kirschner. 2010: A new species of *Laboulbenia* and new records from Panama. – *Mycological Progress* 9: 57–67.

Walker, D. M., Castlebury, L. A., Rossman, A. Y., Mejía, L. C., & J. F., White. 2012. Phylogeny and taxonomy of *Ophiognomonia* (Gnomoniaceae, Diaporthales), including twenty-five new species in this highly diverse genus. *Fungal Diversity*, 57(1), 85-147.

Webster, J. & Weber. 2007. *Introduction to Fungi*. Third. Edition . Cambridge University Press. United States of America. 841 pp.

Wendt, L., Sir, E. B., Kuhnert, E., Heitkämper, S., Lambert, C., Hladki, A. I., ... & M. Stadler. 2017. Resurrection and emendation of the Hypoxylaceae, recognised from a multigene phylogeny of the Xylariales. *Mycological Progress*, 17(1-2), 115-154.

White T. J, T. Bruns, S. Lee & J. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal DNA for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ,

White TJ (eds), PCR Protocols: a guide to methods and applications. Academic Press, San Diego, pp. 315–322.

Wijayawardene, N. N., Hyde, K. D., Lumbsch, H. T., Liu, J. K., Maharachchikumbura, S. S., Ekanayaka, A. H., ... & R. Phookamsak. 2018. Outline of Ascomycota: 2017. *Fungal Diversity*, 88(1), 167-26.

Zhang, N., Castlebury, L. A., Miller, A. N., Huhndorf, S. M., Schoch, C. L., Seifert, K. A., ... & G. H. Sung. 2006. An overview of the systematics of the Sordariomycetes based on a four-gene phylogeny. *Mycologia*, 98(6), 1076-1087.

ANEXOS

Cuadro 6. Lista de compuestos de interés comercial de especies de *Hypoxylon* y *Annulohypoxylon*.

Especie	Compuesto	Efecto	Referencia
<i>A. cohaerens</i>	Cohaerin A	antioxidante, inhibición de la producción de óxido nítrico (NO) en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>A. cohaerens</i>	Cohaerin B	antioxidante, inhibición de la producción de óxido nítrico (NO) en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>A. cohaerens</i>	Cohaerin C	Inhibición de la producción de NO en células RAW; fuerte agente antimicrobiano no selectivo	Quang <i>et al.</i> , 2006b
<i>A. cohaerens</i>	Cohaerin D	Inhibición de la producción de NO en células RAW; fuerte agente antimicrobiano no selectivo	Quang <i>et al.</i> , 2006b
<i>A. cohaerens</i>	Cohaerin E	Inhibición de la producción de NO en células RAW; fuerte agente antimicrobiano no selectivo	Quang <i>et al.</i> , 2006b
<i>A. cohaerens</i>	Cohaerin F	Inhibición de la producción de NO en células RAW; fuerte agente antimicrobiano no selectivo	Quang <i>et al.</i> , 2006b
<i>A. multiforme</i>	Multiformins A	Actividad antimicrobiana no selectiva	Quang <i>et al.</i> , 2005a en Osmanova <i>et al.</i> , 2010
<i>A. multiforme</i>	Multiformins B	Actividad antimicrobiana no selectiva	Quang <i>et al.</i> , 2005a en Osmanova <i>et al.</i> , 2010
<i>A. multiforme</i>	Multiformins C	Actividad antimicrobiana no selectiva	Quang <i>et al.</i> , 2005a en Osmanova <i>et al.</i> , 2010
<i>A. multiforme</i>	Multiformins D	Actividad antimicrobiana no selectiva; inhibición de la producción de NO en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2005a en Osmanova <i>et al.</i> , 2010, Quang <i>et al.</i> , 2006a

Especie	Compuesto	Efecto	Referencia
<i>H. aucklandiae</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. crocopeplum</i>	(-) Mitorubin	Actividad nematocida en contra de <i>Caenorhabditis elegans</i> ; actividad antimicrobial	Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. crocopeplum</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. dingleyae</i>	Mitorubrinol acetate		Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. dingleyae</i>	Rubiginosin A	Antioxidante; inhibición de NO en celulas RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. dingleyae</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. dingleyae</i>	(-) Mitorubin	Actividad nematocida en contra de <i>Caenorhabditis elegans</i> ; actividad antimicrobial	Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. fendleri</i>	Mitorubrinol acetate		Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. fendleri</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. fendleri</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifungica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. fragiforme</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. fragiforme</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifungica	Stadler <i>et al.</i> , 2006

Especie	Compuesto	Efecto	Referencia
<i>H. fragiforme</i>	Mitorubrinol acetate	Actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica	Stadler <i>et al.</i> , 2006, Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. fuscum</i>	Daldinin C	Antioxidante; inhibición de NO en celulas RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. fuscum</i>	Daldinin E	Antioxidante; inhibición de NO en celulas RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. fuscum</i>	Daldinin F	Antioxidante; inhibición de NO en celulas RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. fuscum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>B. subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifungica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. haematostroma</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. haematostroma</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>B. subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifungica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. howeanum</i>	Mitorubrinol acetate		Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. howeanum</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. howeanum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. hypomiltum</i>	Hypomiltin		Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. intermedium</i>	Hypomiltin		Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. julianii</i>	Rubiginosin A	Antioxidante; inhibición de NO en celulas RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a

Especie	Compuesto	Efecto	Referencia
<i>H. julianii</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. laschii</i>	Rubiginosin A	Antioxidante; inhibición de NO en celulas RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. laschii</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. lechatii</i>	Hypoxyvermelhotins A	Citotoxicidad moderada en contra de celulas murine fibroblast linea L-929; actividad debil en contra <i>Mucor hiemalis</i> DSM 2656 y <i>Nematospora coryli</i> DSM 6981	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014b
<i>H. lechatii</i>	Hypoxyvermelhotins B		Kuhnert <i>et al.</i> , 2014b
<i>H. lechatii</i>	Hypoxyvermelhotins C		Kuhnert <i>et al.</i> , 2014b
<i>H. lechatii</i>	Vermelhomin	Citotoxicidad moderada en contra de celulas murine fibroblast linea L-929; actividad debil en contra <i>Mucor hiemalis</i> DSM 2656	Kuhnert <i>et al.</i> , 2014b
<i>H. perforatum</i>	Hypomiltin		Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. piceum</i>	Hypomiltin		Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. pilgerianum</i>	Mitorubrinol acetate		Hellwing <i>et al.</i> , 2005
<i>H. pilgerianum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. pulicicidum</i>	N-tert-butyl nodulisporamide	actividad contra pulgas y garrapatas	Bills <i>et al.</i> , 2012
<i>H. rubiginosum</i>	Rubiginosin C	antioxidante, inhibición de la producción de oxido nitrico (NO) en celulas RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a

Especie	Compuesto	Efecto	Referencia
<i>H. rubiginosum</i>	Entonaemin A	antioxidante, inhibición de la producción de óxido nítrico (NO) en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. rubiginosum</i>	Rubiginosin A	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. rubiginosum</i>	Rubiginosin B	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. rubiginosum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>B. subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. rubiginosum</i>	Daldinin C	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. rutilum</i>	Rubiginosin A	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. rutilum</i>	Rutilin A	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. rutilum</i>	Rutilin B	Antioxidante; inhibición de NO en células RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. rutilum</i>	Mitorubrinol	Inhibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifúngica; Inhibición de la producción de NO en células 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. subcrocopeplum</i>	Mitorubrinol	Inhibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifúngica; Inhibición de la producción de NO en células 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. subcrocopeplum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>B. subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. subgilvum</i>	Mitorubrinol	Inhibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifúngica; Inhibición de la producción de NO en células 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. subgilvum</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>B. subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifúngica	Stadler <i>et al.</i> , 2006

Especie	Compuesto	Efecto	Referencia
<i>H. subbrutitoides</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>B. subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifungica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. subticiense</i>	Rubiginosin A	Antioxidante; inhibición de NO en celulas RAW 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a
<i>H. subticiense</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. subticiense</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>B. subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifungica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. ticiense</i>	Mitorubrinol	Inhinibidor de tripsina; actividad nematocida en contra de <i>C. elegans</i> , actividad en contra de <i>B. subtilis</i> y <i>Y. lipolytica</i> y actividad antifugica; Inhibición d ela produccion de NO en celulas 264.7	Quang <i>et al.</i> , 2006a; Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. ticiense</i>	(-) Mitorubin	Actividad contra <i>B. subtilis</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i> y actividad antifungica	Stadler <i>et al.</i> , 2006
<i>H. trugodes</i>	Hypomiltin		Hellwing <i>et al.</i> , 2005

Cuadro 7. Especies endémicas de Panamá

Especie	Orden	Familia	Provincia	Localidad	Hospedero	Revista	Referencia
<i>Alboleptonia cylindrocapitata</i>	Agaricales	Entolomataceae	Panamá	BCI	suelo	<i>Fungal Diversity</i>	Ovrebo & Baroni, 2007
<i>Antoniomyces loranthicola</i>	Asterinales	Parmulariaceae	Chiriquí	PILA	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Mycological Progress	Inácio <i>et al.</i> , 2012
<i>Appendiculella Chiriquíensis</i>	Meliolales	Meliolaceae	Chiriquí	Algarrobos	<i>Cupania guatemalensis</i>	Mycologia	Rodríguez J. & M. Piepenbring 2007
<i>Appendiculella lozanellae</i>	Meliolales	Meliolaceae	Chiriquí	Parque Nacional	<i>Lozanella enantiophylla</i>	Mycologia	Rodríguez J. & M. Piepenbring

Espece	Orden	Familia	Provincia	Localidad	Hospedero	Revista	Referencia
				Volcán Barú; PILA			2007
<i>Appendiculella monsterae</i>	Meliolales	Meliolaceae	Chiriquí	Parque Nacional Volcán Barú	<i>Monstera deliciosa</i>	Fungal Diversity	Justavino <i>et al.</i> , 2015
<i>Asterina gaiadendricola</i>	Asterinales	Asterinaceae	Chiriquí	PILA	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Mycological Progress	Hofmann T. A. & M. Piepenbring 2008
<i>Asterina schlegeliae</i>	Asterinales	Asterinaceae	Chiriquí	Fortuna		Mycological Progress	Hofmann T. A. & M. Piepenbring 2008
<i>Dicheirinia panamensis</i>	Pucciniales	Raveneliaceae	Chiriquí	Boquete	<i>Cojoba rufescens</i>	Mycological Progress	Hernández <i>et al.</i> , 2007
<i>Eucantharomyces euprocti</i> *	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Chiriquí	Parque Nacional Volcán Barú	<i>Euproctus quadrini</i>	Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences	Thaxter 1900
<i>Eutypella semicircularis</i>	Xylariales	Diatrypaceae	Chiriquí	PILA	<i>Alnus acuminata</i>	Mycologia	Chacón <i>et al.</i> , 2013
<i>Histeridomyces acriti</i> *	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Panamá	BCI	<i>Acritus near simpliculus</i>	Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences	Thaxter 1931
<i>Ilytheomyces major</i> *	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Bocas del Toro	Bocas del Toro	<i>Ilythea</i> sp.	Memoirs of the American Academy of Arts and	Thaxter 1917, 1931

Espece	Orden	Familia	Provincia	Localidad	Hospedero	Revista	Referencia
						Sciences	
<i>Ilytheomyces panamensis</i> *	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Bocas del Toro	Bocas del Toro	<i>Ilythea</i> sp.	Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences	Thaxter 1917, 1931
<i>Irenopsis chrysophylli</i>	Meliolales	Meliolaceae	Chiriquí	Algarrobos	<i>Chrysophyllum</i> sp.	Fungal Diversity	Justavino <i>et al.</i> , 2015
<i>Laboulbenia chiriquensis</i> *	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Chiriquí	Parque Nacional Volcán Barú	<i>Callida scintillans</i>	Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences	Thaxter 1899, 1908
<i>Laboulbenia colpodis</i> *	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Chiriquí	Parque Nacional Volcán Barú	<i>Colpodes Chiriquínus</i>	Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences	Thaxter 1899, 1908
<i>Laboulbenia tortilis</i>	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Chiriquí	PILA	<i>Platynus</i> sp.	Mycological Progress	Villarreal <i>et al.</i> , 2010
<i>Marasmius griseoradiatus</i>	Agaricales	Marasmiaceae	Panamá	BCI	hojarasca	Fungal Diversity	Desjardin D. & C. Ovrebo 2006
<i>Marasmius variabilis</i>	Agaricales	Marasmiaceae	Panamá	BCI	hojarasca	Fungal Diversity	Desjardin D. & C. Ovrebo 2006
<i>Mimeomyces chiriquensis</i>	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Chiriquí	Parque Nacional Volcán Barú	<i>Quedius flavicaudus</i>	Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences	Thaxter 1901

Especie	Orden	Familia	Provincia	Localidad	Hospedero	Revista	Referencia
<i>Ophiognomonia bugabensis</i>	Diaporthales	Gnomoniaceae	Chiriquí	PILA	<i>Alnus acuminata</i>	Fungal Diversity	Walker <i>et al.</i> , 2012
<i>Periconiella maianthemi</i>	Mycosphaerellales	Mycosphaerellaceae	Chiriquí	PILA	<i>Maianthemum gigas o M. paniculatum</i>	Mycological Progress	Kirschner R. & M. Piepenbring 2008
<i>Peryitschiella lampropygi</i> *	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Chiriquí	Bugaba	<i>Lampropygius analis</i>	Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences	Thaxter 1931
<i>Pseudocercospora maianthemi</i>	Mycosphaerellales	Mycosphaerellaceae	Chiriquí	Las Nubes	<i>Maianthemum gigas o M. paniculatum</i>	Mycological Progress	Kirschner R. & M. Piepenbring 2008
<i>Puccinia urochloae</i>	Pucciniales	Pucciniaceae	Chiriquí	Rio Sereno	<i>Urochloa</i> sp.	Mycological Progress	Perdomo-Sánchez O. & M. Piepenbring 2008
<i>Russula panamae</i>	Russulales	Russulaceae	Panamá	BCI	suelo	Mycologia	Buyck & Ovrebø, 2002
<i>Stemmatomyces panamensis</i> *	Laboulbeniales	Laboulbeniaceae	Panamá	BCI	<i>Aeolus</i> sp.	Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences	Thaxter 1931
<i>Chalara panamensis</i>	Microascales	ncertae sedis	Chiriquí	Lago la Estrella, Boquete	hojas caídas de <i>Pinus cf. caribaea</i>	Persoonia	Crous <i>et al.</i> , 2016
<i>Cellypha panamensis</i>	Agaricales	Tricholomataceae		on sheaths dead palm leaves	W.B. Cooke	Cooke, 1961	
<i>Camarophyllus panamensis</i>	Agaricales	Hygrophoraceae	Panamá	BCI	suelo	Fungal Diversity	Lodge & Ovrebø, 2008

Especie	Orden	Familia	Provincia	Localidad	Hospedero	Revista	Referencia
<i>Leucoagaricus bivelatus</i>	Agaricales	Agaricaceae	Panamá	BCI	suelo	<i>Mycotaxon</i>	Akers & Ovrebo, 2005
<i>Hypocrella panamensis</i>	Hypocreales	Clavicipitaceae	Panamá	BCI	En <i>Coccoidea</i> en <i>Piper carrilloanum</i>	<i>Mycological research</i>	Torres <i>et al.</i> , 2007
<i>Exidia panamensis</i>	Auriculariales	Auriculariaceae	Chiriquí	La cumbre, Cerro Punta	madera	<i>Mycologia</i>	Lowy, 1976
<i>Chaetothyria panamensis</i>	Microthyriales	Micropeltidaceae	Chiriquí			Müller & von Arx, 1962	
<i>Ophiodothella panamensis</i>	Phyllachorales	Phyllachoraceae		en <i>Cordia heterophylla</i>		Stevens 1927	

* tomados de Haelewaters et al., 2017

Cuadro 8. Lista de especies amenazadas a nivel mundial en las distintas categorías de riesgo de la IUCN versión 3.1.

Especie	Estatus	Orden	Familia	Región
<i>Agaricus pattersoniae</i>	VU	Agaricales	Agaricaceae	Estados Unidos
<i>Aleurodiscus bernicchiai</i>	VU	Russulales	Stereaceae	Argentina
<i>Amanita morrisii</i>	VU	Agaricales	Amanitaceae	Canada, Estados Unidos
<i>Amanita ristichii</i>	VU	Agaricales	Amanitaceae	Canada, Estados Unidos
<i>Amanita sp. nov. "zayantensis"</i> (<i>Sandhill Amanita</i>)	DD	Agaricales	Amanitaceae	Estados Unidos
<i>Anzia centrifuga</i>	VU	Lecanorales	Parmeliaceae	Portugal
<i>Armillaria ectypa</i>	NT	Agaricales	Physalacriaceae	Austria, Bélgica, Republica checa, Dinamarca, Finlandia, Francia (Francia (continente)), Alemania, Japón, Países Bajos, Polonia, Federación Rusa (Rusia de Asia Oriental, Siberia Occidental), Suecia, Suiza, Reino Unido (Gran Bretaña)
<i>Biscogniauxia bartholomaei</i>	DD	Xylariales	Xylariaceae	Canadá (Columbia Británica), Federación de Rusia (Rusia de Asia Oriental), Estados Unidos (Idaho, Washington)
<i>Boletopsis nothofagi</i>	EN	Thelephorales	Bankeraceae	Nueva Zelanda
<i>Boletus aurantiosplendens</i>	NT	Boletales	Boletaceae	Estados Unidos (Georgia, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Tennessee)
<i>Bridgeoporus nobilissimus</i>	CR	Not assigned	Not assigned	Estados Unidos (California, Oregon, Washington)
<i>Buellia asterella</i> (<i>Starry Breck Lichen</i>)	CR	Teloschistales	Physciaceae	Alemania, Noruega, extinto en: Francia, Italia, Suiza, Reino Unido
<i>Buglossoporus magnus</i>	VU	Polyporales	Fomitopsidaceae	Malasia
<i>Callistosporium vinosobrunneum</i>	VU	Agaricales	Tricholomataceae	Estados Unidos (Hawái)
<i>Caloplaca rinodinae-albae</i>	VU	Teloschistales	Teloschistaceae	Italia
<i>Cetradonia linearis</i> (<i>Rock Gnome Lichen</i>)	VU	Lecanorales	Cladoniaceae	Estados Unidos (Georgia, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Tennessee, Virginia)
<i>Cladonia perforata</i> (<i>Florida Perforate Reindeer Lichen</i>)	EN	Lecanorales	Cladoniaceae	Estados Unidos
<i>Claustula fischeri</i>	EN	Phallales	Claustulaceae	Australia (Tasmania), Nueva Zelanda
<i>Cortinarius citrino-olivaceus</i>	VU	Agaricales	Cortinariaceae	Austria, Francia, Italia, España, Suecia

Especie	Estatus	Orden	Familia	Región
<i>Cortinarius cupreorufus</i>	NT	Agaricales	Cortinariaceae	Austria, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Noruega, Polonia, Federación Rusa, España, Suecia, Suiza, Estados Unidos
<i>Cortinarius osloensis</i>	EN	Agaricales	Cortinariaceae	Noruega
<i>Cortinarius pavelkii</i>	EN	Agaricales	Cortinariaceae	Estados Unidos
<i>Destuntzia rubra</i>	EN	Gomphales	Gomphaceae	Estados Unidos
<i>Echinodontium japonicum</i>	EN	Russulales	Echinodontiaceae	Japon
<i>Erioderma pedicellatum</i> (<i>Boreal Felt Lichen</i>)	CR	Peltigerales	Pannariaceae	Canada, extinto en: Noruega, Suecia
<i>Everniastrum nepalense</i>	LC	Lecanorales	Parmeliaceae	Bhután, China, Nepal, Federación de Rusia, Sir Lanka, Tailandia, Vietnam
<i>Fevansia aurantiaca</i>	EN	Boletales	Rhizopogonaceae	Estados Unidos
<i>Gastrolactarius camphoratus</i>	EN	Russulales	Russulaceae	Canada, Estados Unidos
<i>Gymnoderma insulare</i>	EN	Lecanorales	Cladoniaceae	Japon, China (Taiwan)
<i>Haploporus odorus</i>	NT	Polyporales	Polyporaceae	Canadá, China, Finlandia, Noruega, Polonia, Federación Rusa, Suecia, Estados Unidos (Alaska)
<i>Hydnellum compactum</i>	VU	Thelephorales	Bankeraceae	Austria, Bélgica, Croacia, Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, Noruega, Polonia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza
<i>Hydnellum cyanopodium</i>	LC	Thelephorales	Bankeraceae	Estados Unidos
<i>Hydnellum gracilipes</i>	VU	Thelephorales	Bankeraceae	Austria, Finlandia, Noruega, Federación Rusa, Eslovenia, Suecia, Reino Unido
<i>Hydnellum mirabile</i>	VU	Thelephorales	Bankeraceae	Austria, Republica checa, Finlandia, Francia, Italia, Noruega, Federación Rusa, Suecia, Suiza
<i>Hygrocybe citrinovirens</i>	VU	Agaricales	Hygrophoraceae	Austria, Republica checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Georgia, Alemania, Irlanda, Italia, Lituania, Países Bajos, Noruega, Polonia, Serbia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Ucrania, Reino Unido
<i>Hygrocybe flavifolia</i>	EN	Agaricales	Hygrophoraceae	Estados Unidos
<i>Hygrocybe ingrata</i>	VU	Agaricales	Hygrophoraceae	Austria, Republica checa, Dinamarca, Islas Faroe, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Países Bajos, Noruega, Polonia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Reino Unido

Especie	Estatus	Orden	Familia	Región
<i>Hygrocybe noelokelani</i>	EN	Agaricales	Hygrophoraceae	Estados Unidos (Hawái)
<i>Lactarius novae-zelandiae</i>	EN	Russulales	Russulaceae	Nueva Zelanda
<i>Lenzitopsis oxycedri</i>	VU	Thelephorales	Thelephoraceae	Italia, Macedonia (la ex República de Yugoslavia), Marruecos, España, Turquía
<i>Lepiota luteophylla</i>	CR	Agaricales	Agaricaceae	Estados Unidos
<i>Lepiota rhodophylla</i>	CR	Agaricales	Agaricaceae	Estados Unidos
<i>Lepiota viridigleba</i>	DD	Agaricales	Agaricaceae	Estados Unidos
<i>Leptogium rivulare</i> (Flooded Jellyskin Lichen)	NT	Peltigerales	Collemaaceae	Belarús, Canadá, Francia, Lituania, Federación Rusa, Suecia, Estados Unidos, extinto en: Finlandia, Estoia
<i>Leptonia carnea</i>	VU	Agaricales	Entolomataceae	Estados Unidos
<i>Limacella solidipes</i>	DD	Agaricales	Amanitaceae	Canada, Estados Unidos
<i>Phaeocollybia oregonensis</i>	EN	Agaricales	Cortinariaceae	Canada, Estados Unidos
<i>Phaeophyscia hispidula</i>	LC	Teloschistales	Physciaceae	Afganistán, Australia, Bhután, Bolivia, Estados Plurinacionales de, Canadá, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, India, Japón, Corea, México, Namibia, Nepal, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Perú, Filipinas, Portugal, Federación Rusa, Sudáfrica, España, Sudán, Suiza, China (Taiwan), Estados Unidos
<i>Ramalina erosa</i>	EN	Lecanorales	Ramalinaceae	Portugal
<i>Ramalina timdaliana</i>	EN	Lecanorales	Ramalinaceae	Portugal
<i>Rhizopogon alexsmithii</i>	EN	Boletales	Rhizopogonaceae	Canada, Estados Unidos
<i>Sarcosoma globosum</i> (Witches Cauldron)	NT	Pezizales	Sarcosomataceae	Canadá, Republica checa, Estonia, Finlandia, Letonia, Noruega, Polonia, Federación Rusa, Suecia, Ucrania, Estados Unidos, extinto en: Alemania, Lituania, Eslovaquia
<i>Sticta alpinotropica</i>	EN	Peltigerales	Lobariaceae	Papúa Nueva Guinea
<i>Tricholoma acerbum</i>	VU	Agaricales	Tricholomataceae	Austria, China, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Italia, Japón, Corea, Marruecos, Noruega, Federación Rusa, España, Suecia, Turquía, Reino Unido
<i>Tricholoma apium</i>	VU	Agaricales	Tricholomataceae	Austria, Canadá, Republica Checa, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Letonia, Noruega, Federación Rusa, Suecia, Suiza, Reino Unido, Estados Unidos

Especie	Estatus	Orden	Familia	Región
<i>Tricholoma borgsjoeëense</i>	VU	Agaricales	Tricholomataceae	Republica Checa, Finlandia, Alemania, Noruega, Suecia

Tabla 9. Lista de especies reportadas en Panamá.

Orden	Familia	Género	Especie	Familia Actual	Autoridad
Xylariales	Diatrypaceae	Eutypa	sp.	Diatrypaceae	
Xylariales	Diatrypaceae	Eutypella	Semicircularis	Diatrypaceae	Chacon S. & M. Piepenbring 2012
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	trugodes	Hypoxylaceae	Berk. & Broome 1873
Xylariales	Xylariaceae	Eutypella	semicircularis	Diatrypaceae	Chacon S. & M. Piepenbring 2012
Xylariales	Xylariaceae	Biscogniauxia	bulliardii	Graphostromataceae	(Tul. & C. Tul.) Kuntze
Xylariales	Xylariaceae	Biscogniauxia	capnodes	Graphostromataceae	(Berk.) Y.M. Ju & J.D. Rogers
Xylariales	Xylariaceae	Biscogniauxia	grenadensis	Graphostromataceae	(J.H. Mill.) Whalley & Laessøe
Xylariales	Xylariaceae	Biscogniauxia	kalchbrenneri	Graphostromataceae	(Sacc.) Y.-M. Ju & J.D. Rogers
Xylariales	Xylariaceae	Biscogniauxia	philippinensis	Graphostromataceae	(Ricker) Whalley & Læssøe, in Whalley, Læssøe
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	bilabiata	Graphostromataceae	Speg.
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	broomeana	Graphostromataceae	(Berk. & M.A. Curtis) Laessøe, J.D. Rogers &
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	cyclisca	Graphostromataceae	(Mont.) Laessøe, J.D. Rogers & Whalley
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	cyclops	Graphostromataceae	(Mont.) Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	leprieurii	Graphostromataceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	mucronata	Graphostromataceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	punctulata	Graphostromataceae	(Berk. & Ravenel) Laessøe, J.D. Rogers & Whal
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	sagrana	Graphostromataceae	(Mont.) Berk. & M.A. Curtis
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	stellata	Graphostromataceae	Læssøe, J.D. Rogers & Whalley
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	broomeianum	Graphostromataceae	Berk. & M.A. Curtis
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	cycliscum	Graphostromataceae	Mont.

Orden	Familia	Género	Especie	Familia Actual	Autoridad
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	kalchbrenneri	Graphostromataceae	Sacc.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	punctulatum	Graphostromataceae	(Berk. & Ravenel) Cooke
Xylariales	Xylariaceae	Nummularia	bulliardii	Graphostromataceae	Tul. & C. Tul.
Xylariales	Xylariaceae	Camillea	coroniformis	Graphostromataceae	J.D. Rogers, F. San Martín & Y.M. Ju
Xylariales	Xylariaceae	Annulohypoxylon	multiforme	Hypoxylaceae	(Fr.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh
Xylariales	Xylariaceae	Annulohypoxylon	stygium	Hypoxylaceae	(Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh
Xylariales	Xylariaceae	Annulohypoxylon	thouarsianum	Hypoxylaceae	(Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh
Xylariales	Xylariaceae	Annulohypoxylon	truncatum	Hypoxylaceae	(Schwein.: Fr.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. H
Xylariales	Xylariaceae	Daldinia	eschscholtzii	Hypoxylaceae	(Ehrenb.) Rehm
Xylariales	Xylariaceae	Daldinia	placentiformis	Hypoxylaceae	(Berk. & M.A. Curtis, in Berk.) Theiss.
Xylariales	Xylariaceae	Daldinia	steglichii	Hypoxylaceae	M. Stadler, M. Baumgartner y Wollw.
Xylariales	Xylariaceae	Entonaema	liquescens	Hypoxylaceae	Möller
Xylariales	Xylariaceae	Entonaema	mesenterica	Hypoxylaceae	A. Moeller
Xylariales	Xylariaceae	Entonaema	pallida	Hypoxylaceae	G.W. Martin
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	anthochroum	Hypoxylaceae	Berk. & Broome
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	archeri	Hypoxylaceae	Berk.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	crocopeplum	Hypoxylaceae	Berk. & M.A. Curtis
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	dieckmannii	Hypoxylaceae	Theiss.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	fendleri	Hypoxylaceae	Berk. ex Cooke
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	fuscum	Hypoxylaceae	(Pers.) Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	glomeratum	Hypoxylaceae	Cooke
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	glycyrrhiza	Hypoxylaceae	Berk. & M.A. Curtis
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	haematostroma	Hypoxylaceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	hypomiltum	Hypoxylaceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	investiens	Hypoxylaceae	(Schwein.) M.A. Curtis
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	lividipigmentum	Hypoxylaceae	F. San Martin, Y.M. Ju & J.D. Rogers, in Ju &

Orden	Familia	Género	Especie	Familia Actual	Autoridad
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	melanaspis	Hypoxylaceae	(Mont.) Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	merrillii	Hypoxylaceae	Syd. & P. Syd.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	monticulosum	Hypoxylaceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	pelliculosum	Hypoxylaceae	Petch
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	pouceanum	Hypoxylaceae	Berk. & Cooke
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	rubiginosum	Hypoxylaceae	(Pers.) Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	stygium	Hypoxylaceae	(Lév.) Sacc.
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	subgilvum	Hypoxylaceae	Berk. & Broome
Xylariales	Xylariaceae	Hypoxylon	thouarsianum	Hypoxylaceae	(Lév.) Lloyd
Xylariales	Xylariaceae	Phylacia	poculiformis	Hypoxylaceae	(Mont.) Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Phylacia	sagrana	Hypoxylaceae	(Mont.) Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Phylacia	surinamensis	Hypoxylaceae	(Berk.) Dennis
Xylariales	Xylariaceae	Whalleya	microplaca	Lopodostomataceae	(Berk. & M.A. Curtis) J.D. Rogers, Y.M. Ju, &
Xylariales	Xylariaceae	Anthostomella	keissleri	Xylariaceae	E.K. Cash & A.M.J. Watson
Xylariales	Xylariaceae	Kretzschmaria	clavus	Xylariaceae	(Fr.) Sacc.
Xylariales	Xylariaceae	Kretzschmaria	gomphoidea	Xylariaceae	Penz. & Sacc.
Xylariales	Xylariaceae	Kretzschmaria	pavimentosa	Xylariaceae	P.M.D. Martin
Xylariales	Xylariaceae	Kretzschmaria	sandvicensis	Xylariaceae	(Reichardt) J.D. Rogers & Y.M. Ju
Xylariales	Xylariaceae	Leprieuria	bacillum	Xylariaceae	(Mont.) Laessøe, J.D. Rogers & Whalley
Xylariales	Xylariaceae	Nemania	immersidiscus	Xylariaceae	van der Gucht, Y.M. Ju & J.D. Rogers
Xylariales	Xylariaceae	Podosordaria	truncata	Xylariaceae	(Pat. & Gaillard) P.M.D. Martin
Xylariales	Xylariaceae	Poronia	oedipus	Xylariaceae	(Mont.) Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Poronia	pileiformis	Xylariaceae	(Berk.) Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Rosellinia	sp.	Xylariaceae	
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	aenea	Xylariaceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	anisopleura	Xylariaceae	(Mont.) Fr.

Orden	Familia	Género	Especie	Familia Actual	Autoridad
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	appendiculata	Xylariaceae	Ferd. & Winge
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	arbuscula	Xylariaceae	Sacc.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	axifera	Xylariaceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	berkeleyi	Xylariaceae	Mont. in Cooke
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	comosa	Xylariaceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	consociata	Xylariaceae	Starbäck
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	corniculata	Xylariaceae	Sacc.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	cubensis	Xylariaceae	(Mont.) Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	curta	Xylariaceae	Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	enteroleuca	Xylariaceae	(Speg.) P.M.D. Martin
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	feejeensis	Xylariaceae	(Berk.) Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	fissilis	Xylariaceae	Ces.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	gracillima	Xylariaceae	(Fr.) Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	grammica	Xylariaceae	(Mont.) Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	guianensis	Xylariaceae	(Mont.) Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	heliscus	Xylariaceae	(Mont.) J.D. Rogers & Y.M. Ju
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	ianthinovelutina	Xylariaceae	Mont.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	laevis	Xylariaceae	Lloyd
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	mesenterica	Xylariaceae	(A. Møller) M. Stadler, Lassøe & Fournier
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	moelleroclavus	Xylariaceae	J.D. Rogers, Y.M. Ju & Hemmes
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	multiplex	Xylariaceae	(Kunze) Berk. & M.A. Curtis
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	muscula	Xylariaceae	Lloyd
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	obovata	Xylariaceae	(Berk.) Berk.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	pallide-ostiolata	Xylariaceae	Henn.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	poitaeana	Xylariaceae	(Lév.) Fr.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	rhizomorpha	Xylariaceae	Mont.

Orden	Familia	Género	Especie	Familia Actual	Autoridad
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	schweinitzii	Xylariaceae	Berk. & M.A. Curtis
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	scopiformis	Xylariaceae	Mont. ex Berk. & Broome
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	scruposa	Xylariaceae	(Fr.) Berk.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	telfairii	Xylariaceae	(Berk.) Sacc.
Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	tuberoides	Xylariaceae	Rehm
Xylariales	Xylariaceae	Xylosphaera	appendiculata	Xylariaceae	(Ferd. & Winge) Dennis
Xylariales	Xylariaceae	Xylosphaera	axifera	Xylariaceae	(Mont.) Dennis
Xylariales	Xylariaceae	Xylosphaera	grammica	Xylariaceae	(Mont.) Dennis
Xylariales	Xylariaceae	Xylosphaera	papyrifera	Xylariaceae	(Fr.) Dennis
Xylariales	Xylariaceae	Penzigia	cretacea	Xylariaceae	(Berk. & Broome) Sacc. & Paol.
Xylariales	Xylariaceae	Xylosphaera	comosa	Xylariaceae	(Mont.) Dennis
Xylariales	Xylariaceae	Xylosphaera	ianthino-velutina	Xylariaceae	(Mont.) Dennis